Física

© Dpto. Pedagógico ***TRILCE***
© Derechos de Edición
Asociación Educativa ***TRILCE***

Tercera Edición, 2007.

Todos los Derechos Reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma y por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo de la editorial.

INTRODUCCIÓN

La palabra “Física” proviene del termino griego “Physis”, que significa naturaleza.

La física es una ciencia que estudia sistemáticamente los fenómenos naturales, tratando de encontrar las leyes básicas que los rigen. Utiliza las matemáticas como su lenguaje y combina estudios teóricos con experimentales para obtener las leyes correctas.

Básicamente, de acuerdo con los fenómenos que observamos podemos dividirla en:

MECÁNICA CLÁSICA***, estudia a los cuerpos en movimiento con velocidades pequeñas comparadas con la velocidad de la luz.***

RELATIVIDAD***, estudia el movimiento de los cuerpos con velocidades cercanas a la de la luz y las relaciones entre los conceptos ordinarios de espacio, tiempo, materia y energía.***

TERMODINÁMICA***, analiza los procesos de transformación de energía calorífica y el comportamiento de sistemas de muchas partículas (física estadística).***

ELECTROMAGNETISMO***, comprende los fenómenos eléctricos y magnéticos y su interrelación (inducción y ondas electromagnéticas).***

MECÁNICA CUÁNTICA***, que se relaciona con el mundo de las partículas a nivel micro y macroscópico.***

La ciencia de la mecánica, como la comprendemos hoy día, es el resultado principal del genio de Sir Isaac Newton, que produjo, la gran síntesis denominada "Principios de Newton". Sin embargo, muchas personas más han contribuido a su avance. Algunos de los nombres más ilustres son: Arquímedes, Galileo, Kepler, Descartes, Huygens, Lagrange, Hamilton, Mach y Einstein.

En una reunión de la Sociedad Alemana de Física, el 14 de diciembre de 1900. Max Planck leyó un trabajo titulado "***La teoría de la Ley de distribución de energías del espectro normal***". Este trabajo que, en un principio, atrajo poca atención, fue el precursor de una revolución en la Física. La fecha de su presentación se considera como el nacimiento de la física cuántica, a pesar de que fue hasta un cuarto de siglo después, cuando Schröndinger y otros desarrollaron la mecánica cuántica moderna, base del conocimiento actual. Fueron muchos los caminos que convergieron en este conocimiento, cada uno de los cuales mostró distintos aspectos de las fallas de la física clásica.

En el siglo XX, hubo tres adelantos revolucionarios: la teoría especial de la relatividad de Einstein (1905), su teoría general de la relatividad (1915) y la mecánica cuántica (hacia 1925). Según la relatividad especial, no podemos aplicar las leyes de Newton a las partículas que se desplazan con velocidades cercanas a la luz. La relatividad general, prueba que no es posible aplicarlas en la proximidad de objetos extremadamente masivos. La mecánica cuántica nos enseña que no podemos extrapolarlas a objetos tan pequeños como los átomos.

En 1921, Einstein recibió el premio Nóbel por la predicción teórica que hizo de la ley del efecto fotoeléctrico. Antes de que Millikan completara la confirmación experimental de esta ley (1914), Einstein fue recomendado por Planck y otros para ingresar como miembro en la Academia de Ciencias de Prusia. Su actitud negativa inicial acerca de la hipótesis del fotón se patentiza en su declaración firmada en elogio de Einstein, en la cual ellos escriben: "Resumiendo; podemos decir que difícilmente existe entre los grandes problemas, en los que la física moderna es tan rica, uno al que Einstein no haya hecho una contribución importante.

Tenemos la seguridad de que este libro se utilizará de una manera muy adecuada y estamos llanos a recibir las observaciones pertinentes, las cuales serán bien recibidas para mejorar el desarrollo de cómo entender la Física que es una ciencia tan hermosa y rica en todos los sentidos.

Sólo nos queda agradecer a la plana de Física que nos apoyó en la revisión del presente libro y a todas las personas que nos apoyaron en la diagramación.

Capítulo

1

LA GEOMETRÍA DEL ESPACIO EUCLIDIANO

CANTIDADES VECTORIALES Y ESCALARES

Las cantidades físicas que encontremos en este texto pueden ser tratadas como cantidades escalares o como cantidades vectoriales. Una cantidad escalar es la que está especificada completamente por un número con unidades apropiadas. Es decir:

Una Cantidad Escalar sólo tiene magnitud y no dirección.

Por otra parte una cantidad vectorial es una cantidad física completamente especificada por un número con unidades apropiadas más una dirección. Es decir:

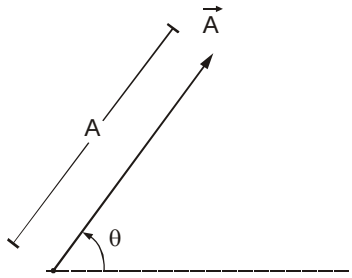
Una Cantidad Vectorial tiene magnitud, así como dirección.

Por ejemplo:

cantidades escalares:	cantidades vectoriales:
volumen	desplazamiento
tiempo	velocidad
masa	aceleración
energía, etc.	fuerza, etc.

VECTOR

Se define (geométricamente) un vector como un segmento de recta dirigido que comienza en el origen, esto es, un segmento de recta con ***magnitud y dirección*** especificados con punto inicial en el origen.



Vector $\vec{A}$: * Magnitud
* Dirección

◆ *MAGNITUD*

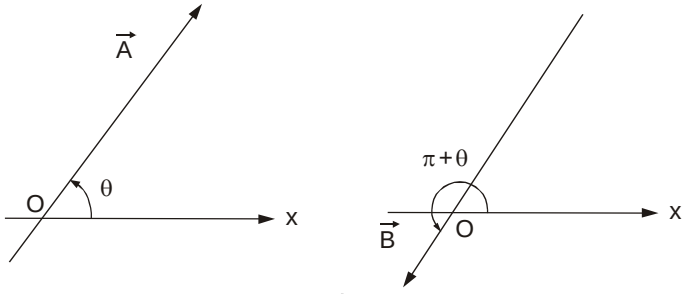
Solemos representar la magnitud de una cantidad vectorial con la misma letra que usamos para el vector, sin la flecha arriba. Una notación alternativa es el símbolo vectorial encerrado en barras verticales.

$$(\text{Magnitud de } \vec{A}) = A = |\vec{A}| = ||A||$$

*Por definición, la magnitud de un vector es un escalar **(un número)** y siempre es positivo.*

◆ *DIRECCIÓN*

* Las direcciones, en un plano, se determinan por un ángulo, medido en dirección contraria al movimiento de las agujas del reloj.

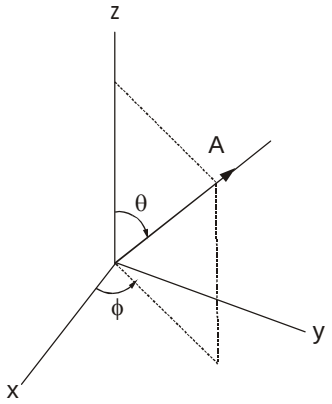


En un plano, direcciones opuestas están definidas por los ángulos θ y $\pi+\theta$.

* En el espacio tridimensional, es necesario usar dos ángulos para determinar una dirección. La selección más frecuente es la usada en la figura. La dirección del vector $\vec{A}$ se determina por:

I. El ángulo θ ($\theta < 180°$) que OA hace con el eje OZ.

II. El ángulo ϕ entre el plano AOZ y el plano XOZ, medido en dirección contraria a la dirección de las agujas del reloj.



Se requieren dos ángulos para definir una dirección en el espacio tridimensional.

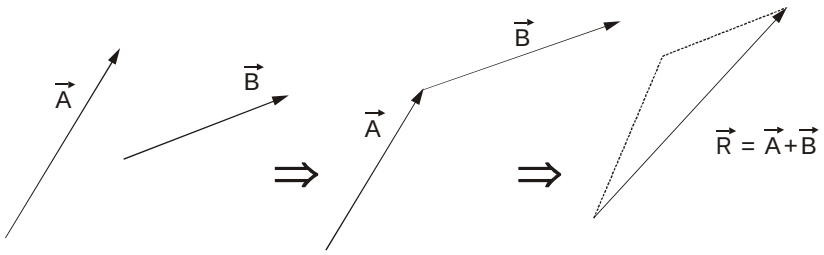
IGUALDAD DE DOS VECTORES:

Decimos que dos vectores son iguales si y sólo si tienen la misma dirección y la misma magnitud.

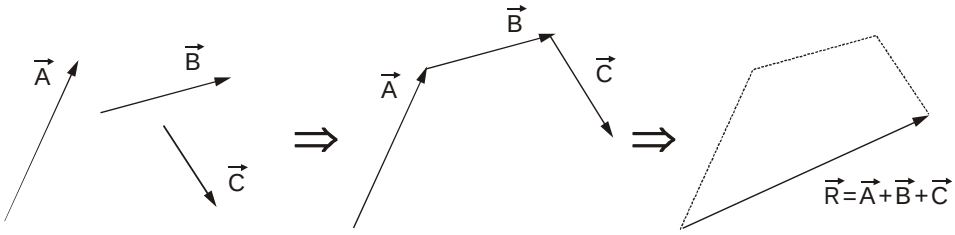
ADICIÓN DE VECTORES

En la figura, se ilustra una manera de considerar la suma vectorial en términos de triángulos luego, se generaliza a polígonos, para más de dos vectores.

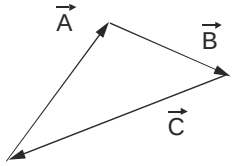
1) MÉTODO DEL TRIÁNGULO



2) MÉTODO DEL POLÍGONO

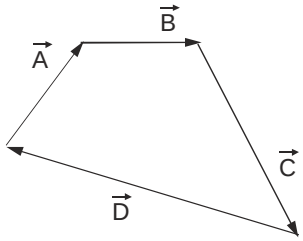


CUIDADO ▶



$\vec{R} = \vec{A}+\vec{B}+\vec{C}$

$|\vec{R}| = 0$

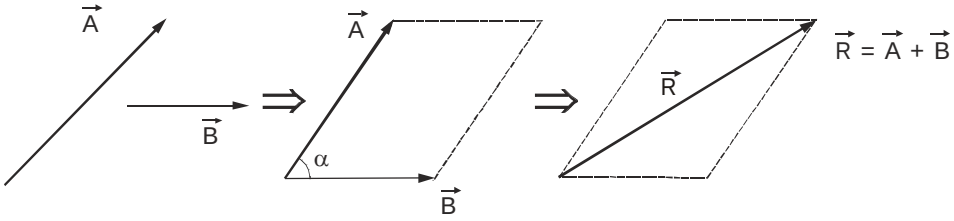


$\vec{R} = \vec{A}+\vec{B}+\vec{C}+\vec{D}$

$|\vec{R}| = 0$

3) MÉTODO DEL PARALELOGRAMO

Geométricamente definimos el vector suma como sigue. En el plano que contiene a los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$ formemos el paralelogramo que tiene como un lado a $\vec{A}$ y como lado adyacente a $\vec{B}$. Entonces $\vec{A}+\vec{B}$ es el segmento de recta dirigido a lo largo de la diagonal del paralelogramo llamada resultante ($R = \vec{A}+\vec{B}$).



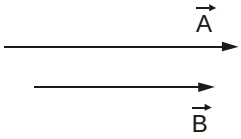
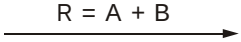
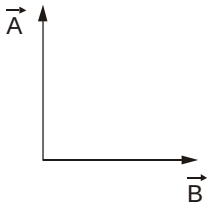
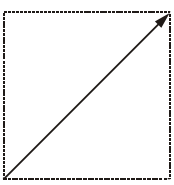
$\vec{R} = \vec{A}+\vec{B}$: ***vector*** resultante; por lo tanto, tiene ***magnitud*** (módulo) y ***dirección***.

Su magnitud se determina: $R = ||\vec{R}|| = |\vec{A}+\vec{B}| = \sqrt{A^2+B^2+2ABCos\alpha}$

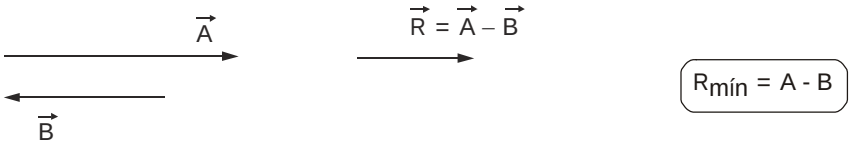
CUIDADO ▶ La magnitud (módulo) de la resultante cumple la siguiente desigualdad:

$$R_{mín} \le R \le R_{máx}$$

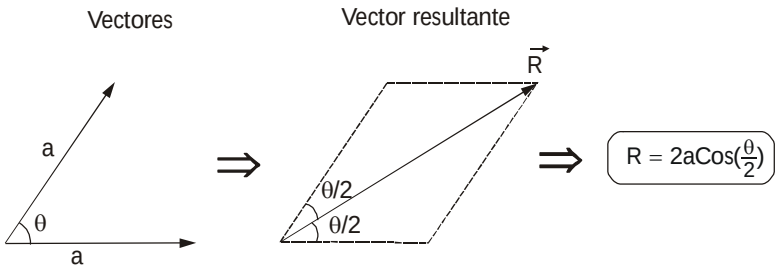
Casos particulares:

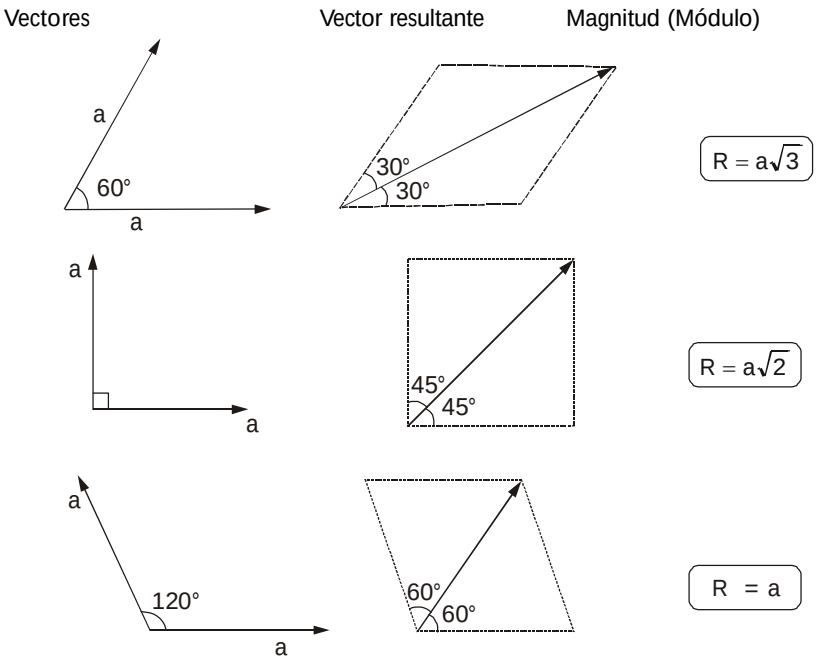
	Vectores	Vector resultante	Magnitud (Módulo)
*	$\alpha = 0$		
		$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$ 	$R_{máx} = A + B$
*	$\alpha = 90°$		
		$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$ 	$R = \sqrt{A^2+B^2}$

* $\alpha = 180°$



* Si dos vectores tienen igual magnitud (módulo), se cumple:

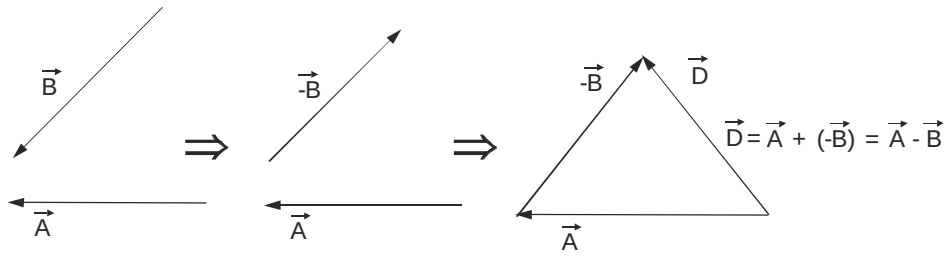




DIFERENCIA DE VECTORES

La diferencia entre dos vectores se obtiene sumando al primero el negativo (u opuesto) del segundo; esto es:

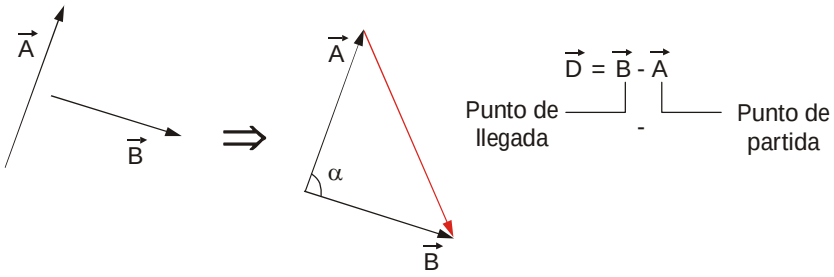
$$\vec{D} = \vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

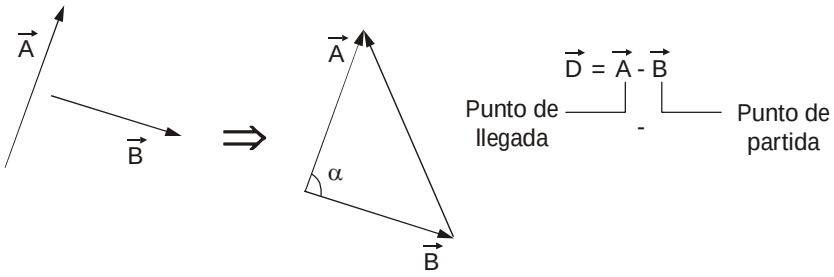


* Magnitud del vector diferencia $\vec{B}$.

$$D = |\vec{D}| = ||D|| = |\vec{A}-\vec{B}| = |\vec{B}-\vec{A}| = \sqrt{A^2+B^2-2ABCos\alpha}$$

* Dirección: pero una forma más cómoda de representar al vector diferencia es la siguiente:

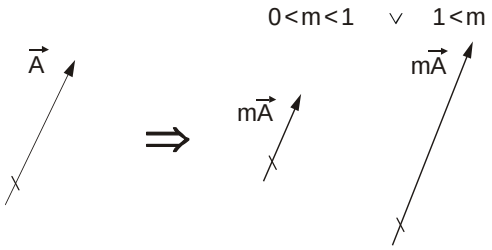




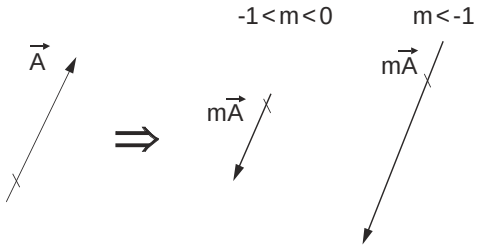
MULTIPLICACIÓN DE UN VECTOR POR UN ESCALAR

Si el vector $\vec{A}$ se multiplica por una cantidad escalar positiva "m", el producto $m\vec{A}$ es un vector que tiene la misma dirección que $\vec{A}$ y la magnitud mA. Si "m" es una cantidad escalar negativa, el $m\vec{A}$ está dirigido opuesto a $\vec{A}$.

* Si: m>0 (escalar) y $\vec{A}$ vector.



* Si: m<0 (escalar) y $\vec{A}$ vector.

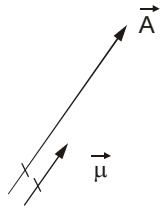


VECTORES UNITARIOS

Un vector unitario es un vector sin dimensiones que tiene una magnitud exactamente igual a uno. Los vectores unitarios se utilizan para especificar una dirección determinada y no tienen otro significado físico. Se usan sólo por conveniencia en la descripción de una dirección en el espacio.

$$\boxed{\vec{A} = \vec{\mu} A} \qquad |\vec{\mu}| = 1$$

Gráficamente:

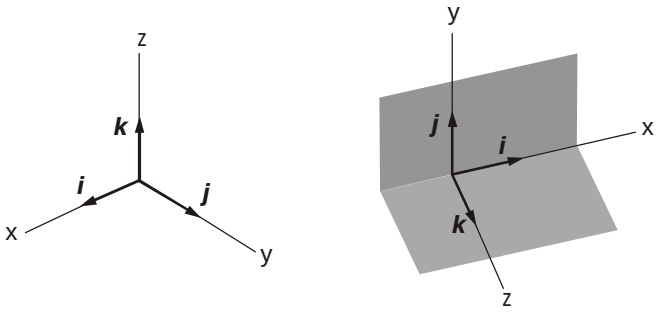


$\vec{A}$: vector A

A : magnitud de A

$\vec{\mu}$: vector unitario de A

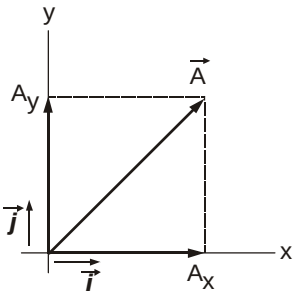
Usaremos los símbolos ***i***, ***j*** y ***k*** para representar vectores unitarios que apuntan en las direcciones x, y y z positivas respectivamente. Los vectores unitarios ***i***, ***j*** y ***k*** forman un conjunto de vectores, mutuamente perpendiculares, en un sistema de coordenadas de mano derecha como muestra en la figura. La magnitud de cada vector unitario es igual a la unidad es decir $|\boldsymbol{i}| = |\boldsymbol{j}| = |\boldsymbol{k}| = 1$.



COMPONENTES DE UN VECTOR

Cualquier vector $\vec{A}$ puede siempre considerarse como la suma de dos (o más) vectores, siendo el número de posibilidades infinito. A cualquier conjunto de vectores que, al sumarse den $\vec{A}$, se les llama ***componentes*** de $\vec{A}$.

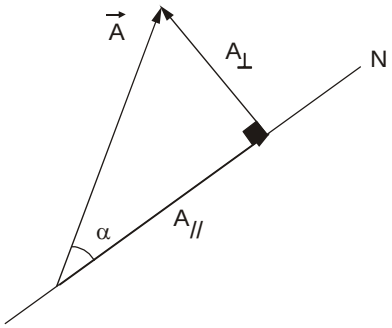
◆ Componentes rectangulares de un vector en un plano.



◆ Componentes de un vector en una dirección determinada.

Por consiguiente, tenemos: $\vec{A} = A_x\vec{i} + Ay\vec{j}$

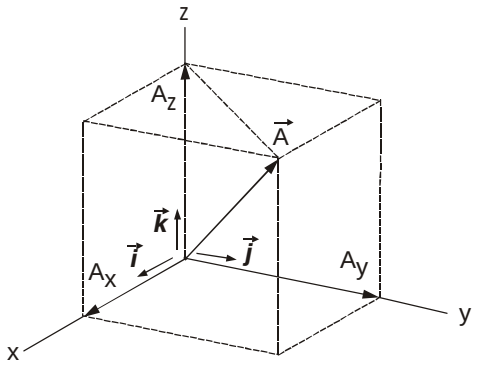
$$A = \sqrt{A_x^2 + B_y^2}$$



Por consiguiente, tenemos: $\vec{A} = \vec{A}_{//} + \vec{A}_{\perp}$

$$A = \sqrt{A_{//}^2 + A_{\perp}^2}$$

◆ Componentes rectangulares de un vector en tres dimensiones.

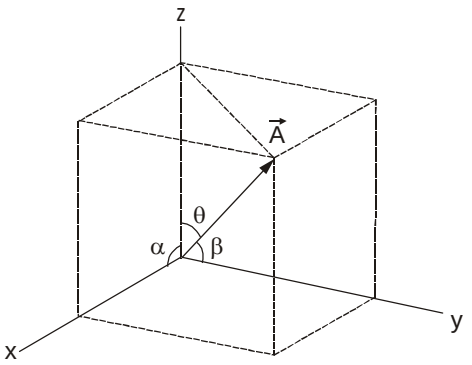


$$\vec{A} = A_x\vec{i} + A_y\vec{j} + A_z\vec{k}$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

COSENOS DIRECTORES

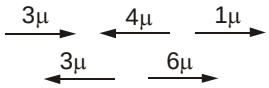
Las cantidades $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\theta$ se llaman los ***Cosenos directores de un vector.***



$$\boxed{\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\theta = 1}$$

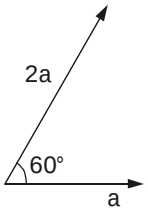
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Hallar la magnitud del vector resultante del grupo de vectores mostrados. Todos los vectores son horizontales.



a) 1 m b) 2 m c) 3 m
d) 4 m e) 5 m

02. Dados los vectores. Hallar la magnitud de la resultante.



a) $\sqrt{3}\,a$ b) $\sqrt{5}\,a$ c) $\sqrt{7}\,a$
d) $\sqrt{10}\,a$ e) $\sqrt{13}\,a$

03. Se tienen dos vectores no paralelos A y B de módulos 3 y 5 respectivamente. ¿Cuál de los siguientes valores podría ser la magnitud de la resultante?

a) 8 b) 2 c) 9
d) 1 e) 4

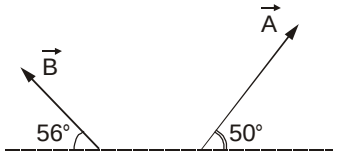
04. Dos vectores de magnitud 7 y 8 cm dan origen a un vector de magnitud 13 cm. Hallar el ángulo que forman los vectores.

a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

05. La magnitud de la resultante de dos vectores cuando forman 0° es 34, y cuando forman 180° es 14. ¿Cuál es la magnitud de la resultante cuando dichos vectores son perpendiculares?

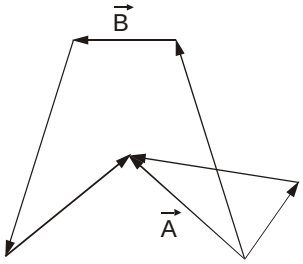
a) 13 b) 17 c) 26
d) 34 e) 41

06. Encontrar la magnitud del vector diferencia $\vec{A} - \vec{B}$, si estos vectores se muestran en la figura, de modo que: $|\vec{A}| = 50$, $|\vec{B}| = 14$.



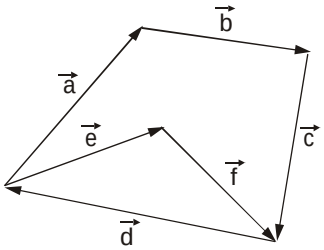
a) 24 b) 48 b) 64
d) 36 e) 42

07. Hallar la magnitud de la resultante en el conjunto de vectores, siendo $|\vec{A}| = 10$ cm, $|\vec{B}| = 5$ cm.



a) 5 cm b) 10 cm c) 15 cm
d) 30 cm e) 45 cm

08. Dados los vectores, hallar la resultante.

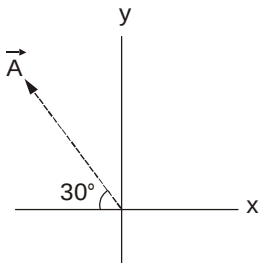


a) $\vec{d}$ b) $-\vec{d}$ c) $2\vec{d}$
d) $-2\vec{d}$ e) $3\vec{d}$

09. Desde el baricentro de un triángulo escaleno de lados 3, 5 y 7 cm se trazan vectores a los vértices, hallar la magnitud de la resultante.

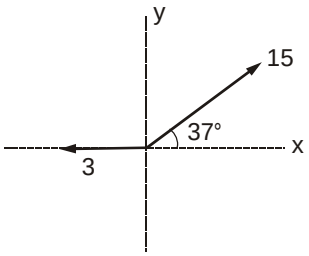
a) 6 cm b) 10 cm c) 14 cm
d) 15 cm e) 0 cm

10. Dado el vector A = 10 cm. Hallar la componente en la abscisa.



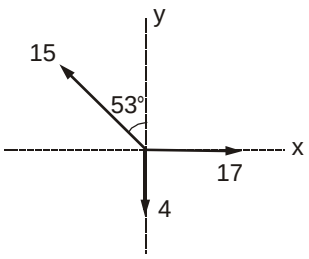
a) 5 cm i b) $5\sqrt{3}$ cm ***i*** c) $-5\sqrt{3}$ cm ***i***
d) -5 cm ***i*** e) 10 cm ***i***

11. Hallar la resultante de los vectores mostrados.



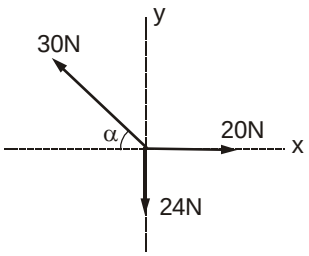
a) 6 b) $6\sqrt{2}$ c) 12
d) 9 e) $9\sqrt{2}$

12. Hallar la dirección del vector resultante.



a) 37° b) 53° c) 60°
d) 30° e) 45°

13. Hallar la magnitud de la resultante, si es horizontal.



a) 2 b) 4 c) 5
d) 6 e) 12

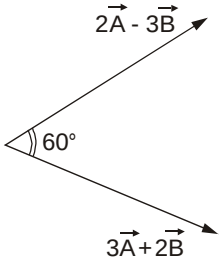
14. Señale las afirmaciones verdaderas (V) o falsas (F):
I. El vector resultante siempre es mayor que, al menos uno de los vectores que lo originan.
II. Dos vectores, al restarse, generan un vector diferencia, cuya magnitud es siempre diferente a la magnitud de su vector suma.

a) VF b) FV c) FF
d) VV e) Otra posibilidad

15. Señale verdadero (V) o falso (F) según corresponda cada afirmación:
I. Tres vectores pueden ser perpendiculares entre sí.
II. Cuatro vectores pueden ser perpendiculares entre sí.
III. Un vector tiene infinitos pares de vectores componentes que lo originan; pero sólo un par que forme ángulo recto (en un plano).

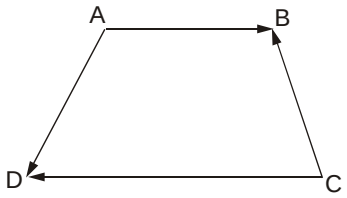
a) FVV b) VFF c) VVF
d) FFF e) FVF

16. Si: $|3\vec{A}+2\vec{B}| = 30$ u y $|2\vec{A}-3\vec{B}| = 25$ u. Hallar: $|7\vec{A}-4\vec{B}|$.



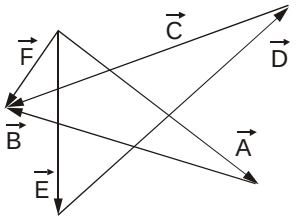
a) 50 u b) 60 u c) 70 u
d) 80 u e) 90 u

17. Calcular la magnitud de la resultante de los vectores mostrados, sabiendo que ABCD es un trapecio y AB=14 y DC=22.



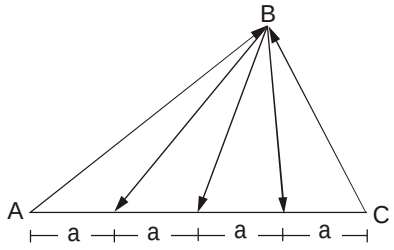
a) 8 b) 16 c) 32
d) 20 e) $8\sqrt{3}$

18. Hallar la resultante de los vectores mostrados:



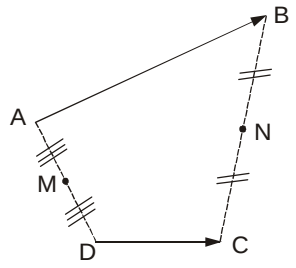
a) $\vec{F}$ b) $2\vec{F}$ c) $3\vec{F}$
d) $4\vec{F}$ e) $\vec{0}$

19. En la figura ABC, es un triángulo rectángulo, recto en B. Determinar la magnitud de la resultante.



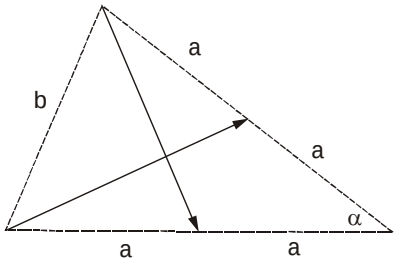
a) a b) 2a c) 3a
d) 4a e) 5a

20. En la figura, ABCD es un cuadrilátero cualesquiera en el cual MN=22, donde "M" y "N" son puntos medios. Hallar la magnitud de la resultante de los vectores mostrados.



a) 11 b) 22 c) 33
d) 44 e) 55

21. Hallar la medida de "α" para que la resultante de los dos vectores sea de magnitud "a". En el diagrama mostrado.



a) 30° b) 45° c) 60°
d) 120° e) 150°

22. Los puntos ABCDEF son los vértices de un exágono regular a partir del vértice "A" se trazan los vectores AB, AC, AD, AE y AF. Calcular la magnitud de la resultante de dichos vectores. Si $|AD|=60$.

a) 100 b) 120 c) 150
d) 180 e) 200

23. Si dos vectores tienen igual magnitud y forman entre sí un ángulo θ. Hallar la relación entre las magnitudes de la suma y diferencia vectorial de ellos.

a) $2\text{Cos}(\theta/2)$ b) $2\text{Sen}(\theta/2)$
c) $2\text{Tg}(\theta/2)$ d) $\text{Ctg}(\theta/2)$
e) $\text{Csc}(\theta/2)$

24. Dos fuerzas "A" y "B" actúan en un punto. La magnitud de la resultante "R" es igual al de "A" y es perpendicular a ella. Si A=R=10N, encontrar la magnitud de "B".

a) 10 N b) $10\sqrt{2}$ N c) $10\sqrt{3}$ N
d) $10\sqrt{7}$ N e) 5 N

25. Hallar el ángulo que forman entre sí dos fuerzas de magnitudes iguales, sabiendo que la resultante de ellas tiene una magnitud de $\sqrt{3}$ veces el de una de ellas.

a) 60° b) 45° c) 30°
d) 37° e) 53°

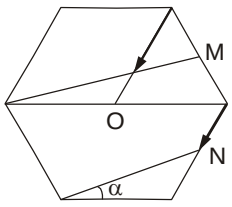
26. Al sumar un vector $\vec{A}$ de magnitud 30 con otro vector $\vec{B}$, que forman con $\vec{A}$ 53°, se observa que la resultante forma 37° con $\vec{B}$. Hallar la magnitud de $\vec{B}$.

a) 12 b) 10 c) 14
d) 16 e) 15

27. Determinar la magnitud de la mínima resultante que se puede obtener con dos vectores que forman 143° entre sí, sabiendo que uno de los vectores tiene magnitud 60.

a) 45 b) 36 c) 24
d) 12 e) 48

28. El hexágono de 6 cm de lado es regular. Determine la magnitud del vector resultante de los vectores, si M, N y O son puntos medios y $\text{Tg}\alpha=\sqrt{3}/5$.



a) 7 b) 2 c) 3
d) 1 e) 5

29. Dos vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$, de igual módulo, forman entre sí un ángulo de 128°. Determinar la medida del ángulo que forman el vector diferencia $(\vec{A}-\vec{B})$ y el vector $\vec{B}$.

a) 26° b) 52° c) 104°
d) 154° e) 120°

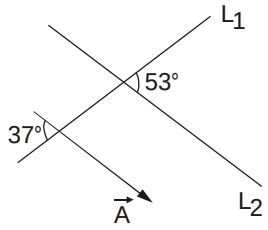
30. Las magnitudes de dos vectores $\vec{X}$; $\vec{Z}$ y la magnitud de su diferencia $\vec{D}$, verifican la siguiente relación: $\frac{|\vec{X}|}{20}=\frac{|\vec{Z}|}{21}=\frac{|\vec{D}|}{13}$. Hallar la medida del ángulo que forman los vectores $\vec{X}$ y $\vec{Z}$.

a) 37° b) 53° c) 16°
d) 74° e) 18°

31. Hallar la magnitud de la diferencia de 2 vectores sabiendo que sus módulos son 13 y 19; y la magnitud de su resultante es 24.

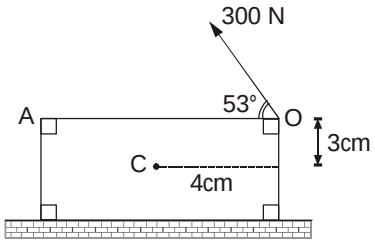
a) 19 b) 20 c) 22
d) 23 e) 24

32. Dado el vector $\vec{A}$ de magnitud 20. Hallar los módulos de sus componentes a lo largo de las rectas L_1 y L_2.



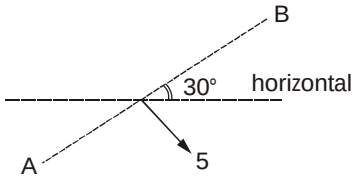
a) 7 y 15 b) 15 y 25 c) 12 y 16
d) 7 y 24 e) 9 y 12

33. Una fuerza de 300 N actúa sobre una caja en el punto "O" como se indica. Determine la magnitud de las componentes de la fuerza a lo largo de las direcciones OA y OC.



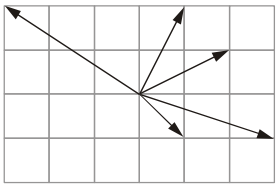
a) 300 y 0 N b) 500 y 400 N
c) 400 y 700 N d) 500 y 600 N
e) 200 y 400 N

34. El vector de magnitud 5 que se muestra es la resultante de otros dos; uno de los cuales está en dirección de la recta AB y se sabe que el otro es horizontal de magnitud 6. Hallar el valor de la componente sobre AB.



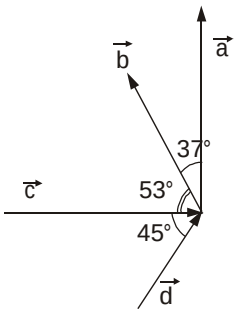
a) $5\sqrt{3}/2$ b) $3+2\sqrt{3}$ c) $3(\sqrt{3}-4)$
d) $4+3\sqrt{3}$ e) 8

35. Si cada cuadradito es de lado "1", en el siguiente diagrama.
Hallar la magnitud de la resultante del sistema de vectores mostrado.



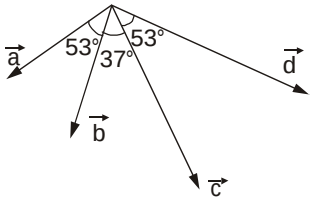
a) 5 b) $3\sqrt{2}$ c) 6
d) 7 e) 2

36. Hallar la magnitud del vector resultante de los vectores $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ y $\vec{d}$; si: $|\vec{a}|=300$, $|\vec{b}|=100$, $|\vec{c}|=340$ y $|\vec{d}|=20\sqrt{2}$.



a) 380 b) 500 c) 450
d) $280\sqrt{2}$ e) 452,25

37. Hallar la magnitud de la resultante de los vectores mostrados. Si: $|\vec{a}|=10$, $|\vec{b}|=20$, $|\vec{c}|=30$ y $|\vec{d}|=40$.

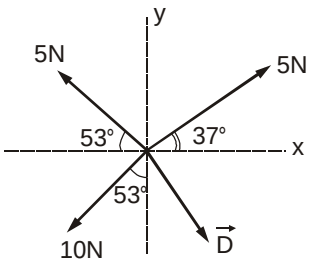


a) $50\sqrt{2}$ b) $35\sqrt{2}$ c) $7\sqrt{2}$
d) $7\sqrt{5}$ e) $35\sqrt{5}$

38. Encuentre el equilibrante del siguiente sistema de fuerzas coplanares: 300N a 0°; 400N a 30°; 400N a 150°.

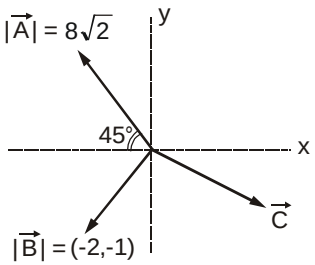
a) 173 N a 240° b) 450 N a 180°
c) 500 N a 53° d) 500 N a 233°
e) 141 N a 225°

39. Hallar el vector $\vec{D}$, si la resultante del sistema de vectores mostrados es nula.



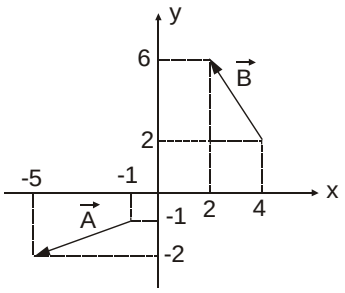
a) $8\vec{i}-2\vec{j}$ (N) b) $2\vec{i}-8\vec{j}$ c) $7\vec{i}-\vec{j}$
d) $3\vec{i}-\vec{j}$ e) $3\vec{i}-4\vec{j}$

40. En el sistema de vectores, el vector resultante tiene una magnitud de 10u y una dirección de 37°. Determinar el vector $\vec{C}$.



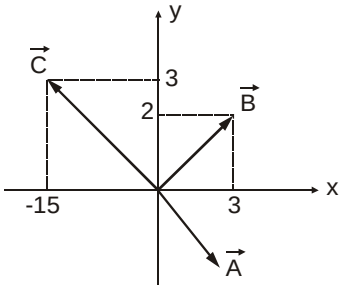
a) $13\vec{i}-16\vec{j}$ (u) b) $15\vec{i}-4\vec{j}$
c) $11\vec{i}-2\vec{j}$ d) $18\vec{i}+3\vec{j}$
e) $18\vec{i}-\vec{j}$

41. En la figura se muestra a los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$. Hallar: $\vec{A}-\vec{B}$.



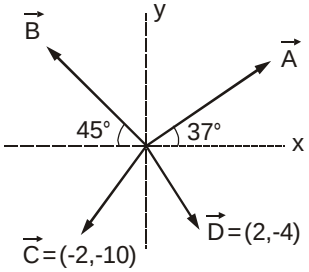
a) $-2\vec{i}-5\vec{j}$ b) $2\vec{i}+5\vec{j}$
c) $4\vec{i}-3\vec{j}$ d) $-4\vec{i}+3\vec{j}$
e) $-6\vec{i}-5\vec{j}$

42. El vector resultante del sistema es $\vec{R}=-8\vec{i}-6\vec{j}$. Hallar el vector $\vec{A}$.



a) $3\vec{i}+4\vec{j}$ b) $5\vec{i}-8\vec{j}$ c) $3\vec{i}-7\vec{j}$
d) $3\vec{i}-7\vec{j}$ e) $4\vec{i}-11\vec{j}$

43. Determinar la magnitud del vector resultante del siguiente sistema de vectores, si: $|\vec{A}|=10$ y $|\vec{B}|=2\sqrt{2}$.



a) $3\sqrt{2}$ b) $6\sqrt{2}$ c) $5\sqrt{2}$
d) $8\sqrt{2}$ e) $7\sqrt{2}$

44. Si: $\vec{A} - 2\vec{B} - \vec{C} = 10\vec{i} + 5\vec{j}$

$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = -4\vec{i} + 3\vec{j}$

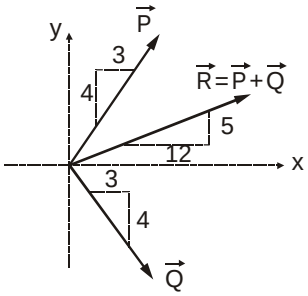
Hallar: $|\vec{A} - 5\vec{B} - 3\vec{C}|$

a) 7 b) 13 c) 24
d) 25 e) 30

45. Sean los vectores: $\vec{A} = 3\vec{i} - 4\vec{j}$, $\vec{B} = 2A$ y $\vec{C} = 2\vec{i} - 5\vec{j}$.
Hallar: $|\vec{A} - \vec{B} + \vec{C}|$.

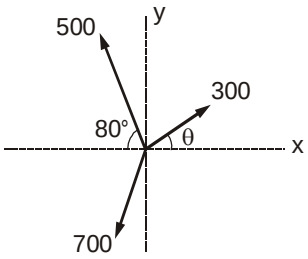
a) $2\sqrt{2}$ b) $\sqrt{2}$ c) 3
d) $4\sqrt{3}$ e) 6

46. La resultante de los vectores $\vec{P}$ y $\vec{Q}$ tiene una magnitud de 624 N. Hallar $|\vec{P}|$ y $|\vec{Q}|$.



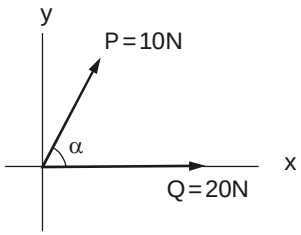
a) 550 N y 280 N b) 630 N y 380 N
c) 650 N y 320 N d) 720 N y 330 N
e) 630 N y 330 N

47. Si la resultante del sistema es cero. Determinar la medida del ángulo "θ".



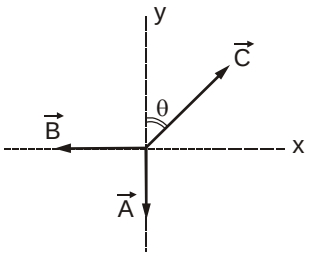
a) 40° b) 20° c) 30°
d) 60° e) 37°

48. Si la resultante de los vectores mostrados en la figura tiene una dirección de 60° con respecto de la vertical (eje Y). Determinar el ángulo "α" entre dichos vectores.



a) 60° b) 90° c) 120°
d) 150° e) 143°

49. Hallar el ángulo "θ" para que la resultante de los vectores indicados sea la menor posible. Si $|\vec{A}| = 15$ y $|\vec{B}| = 20$.

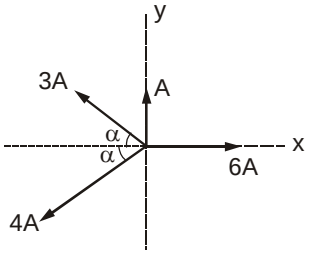


a) 30° b) 60° c) 45°
d) 53° e) 15°

50. Se tiene un vector cuya magnitud es 15. Halle la magnitud de otro vector que forme con el primero 37° de tal forma que la diferencia de ellos sea mínima.

a) 9 b) 12 c) 15
d) 16 e) 10

51. En el diagrama $\alpha = 37°$. Determinar la medida del ángulo que forma la resultante con el eje X.

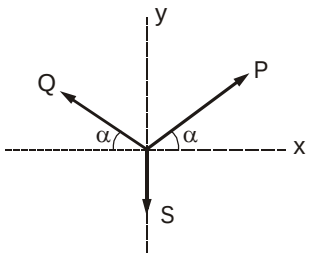


a) 0° b) 30° c) 45°
d) 60° e) 90°

52. Qué vector se debe sumar al vector "A" cuya magnitud es 30 y dirección 60°, para dar como resultante el vector nulo.

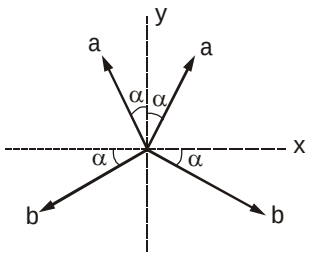
a) Valor 30 y dirección 30°.
b) Valor 30 y dirección 120°.
c) Valor 30 y dirección 150°.
d) Valor 30 y dirección 240°.
e) No existe tal vector.

53. Hallar la medida de α para que la resultante del sistema sea igual a cero, si: $|\vec{P}| = |\vec{S}|$.



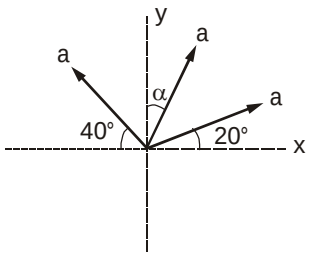
a) 75° b) 60° c) 30°
d) 15° e) 62,5°

54. En el diagrama mostrado, determinar la magnitud de la resultante, si: $Tg\,\alpha = a/b$.



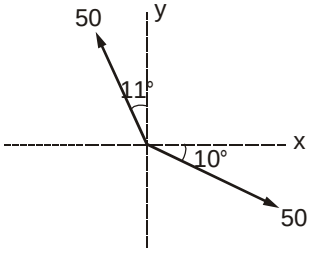
a) 0 b) a c) 2a
d) 3a e) 4a

55. En el siguiente sistema, hallar el valor de α para obtener una resultante máxima.



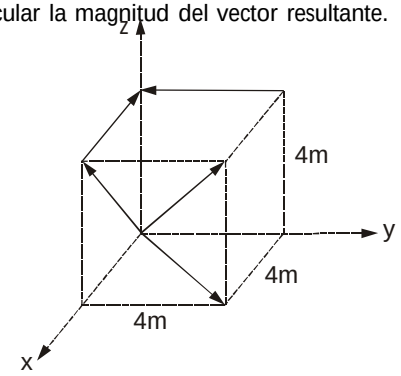
a) 0° b) 10° c) 30°
d) 40° e) 50°

56. En el sistema que se muestra, determinar la magnitud de la resultante.



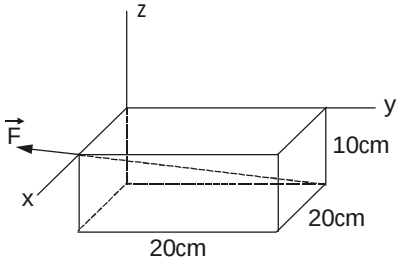
a) $5\sqrt{10}$ b) $8\sqrt{10}$ c) $10\sqrt{10}$
d) $18\sqrt{10}$ e) $25\sqrt{10}$

57. Calcular la magnitud del vector resultante.



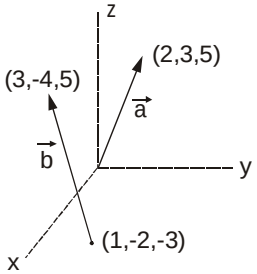
a) 5 m b) 10 m c) 8 m
d) 15 m e) 12 m

58. Encontrar una expresión vectorial para la fuerza F, sabiendo que su magnitud es 30N.



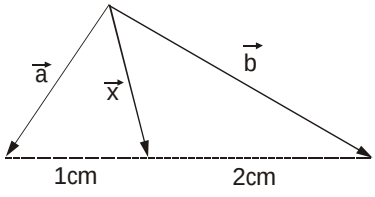
a) $10(\vec{i} - \vec{j} + \vec{k})$ b) $10(2\vec{i} - 2\vec{j} + \vec{k})$
c) $10(\vec{i} - 2\vec{j} + \vec{k})$ d) $10(2\vec{i} - \vec{j} + \vec{k})$
e) $10(\vec{i} - \vec{j} + 2\vec{k})$

59. Hallar la resultante del vector $\vec{a} + \vec{b}$.



a) (5,-1,10) b) (3,1,2) c) (4,1,13)
d) (5,3,2) e) (3,-4,5)

60. Expresar el vector "x" en función de los vectores a y b.



a) $\frac{2\vec{a}+\vec{b}}{3}$ b) $\frac{\vec{a}+2\vec{b}}{3}$ c) $\frac{\vec{a}+\vec{b}}{3}$
d) $\frac{2\vec{a}-\vec{b}}{3}$ e) $\frac{\vec{a}-2\vec{b}}{3}$

Claves

01.	c
02.	c
03.	e
04.	e
05.	c
06.	b
07.	d
08.	b
09.	e
10.	c
11.	e
12.	e
13.	a
14.	c
15.	b
16.	c
17.	b
18.	c
19.	b
20.	d
21.	d
22.	d
23.	d
24.	b
25.	a
26.	c
27.	b
28.	a
29.	d
30.	a

31.	c
32.	a
33.	b
34.	d
35.	a
36.	b
37.	a
38.	d
39.	c
40.	e
41.	a
42.	e
43.	b
44.	d
45.	b
46.	e
47.	a
48.	c
49.	d
50.	b
51.	c
52.	d
53.	c
54.	a
55.	b
56.	d
57.	e
58.	b
59.	c
60.	a

Capítulo

2 CINEMÁTICA

CINEMÁTICA

Como un primer paso en el estudio de la mecánica, es conveniente describir el movimiento en términos del espacio y el tiempo, sin tomar en cuenta los agentes presentes que lo producen. Esta parte de la mecánica recibe el nombre de ***cinemática***.

Al especificar la posición, velocidad y aceleración de un objeto, podemos describir cómo se desplaza y la dirección de su movimiento, cómo cambia ésta con el tiempo, si el objeto aumenta o disminuye su rapidez, etc.

SISTEMA DE REFERENCIA O MARCO DE REFERENCIA

Muchos aspectos de la física tienen que ver en una u otra forma con posiciones en el espacio. Así, es conveniente estudiar primero cómo describir la posición de un punto en el espacio.

Esta descripción se hace por medio de coordenadas. En general, un sistema de coordenadas es usado para especificar posiciones en el espacio y se compone de:

* Un punto de referencia fijo denominado origen.
* Un conjunto de ejes especificados con escalas y leyendas apropiadas sobre los ejes.
* Instrucciones sobre cómo marcar un punto en el espacio, en relación con el origen y los ejes.

Los sistemas de referencias o marcos de referencias pueden ser:

◆ *SISTEMA INERCIAL DE REFERENCIA O MARCO INERCIAL*

La primera ley de Newton, conocida también como la Ley de Inercia, define un conjunto especial de marcos (sistemas) de referencia, denominados marcos inerciales o sistemas inerciales de referencia.

Un marco inercial de referencia es uno en el que es válida la primera Ley de Newton.

Así, un ***marco inercial de referencia*** es un ***marco no acelerado***. Cualquier marco de referencia que se mueve con velocidad constante respecto de un marco inercial es por sí mismo un marco inercial.

* En muchas situaciones supondremos que un conjunto de puntos cercanos sobre la superficie de la Tierra constituye un marco inercial.

◆ *SISTEMA NO INERCIAL DE REFERENCIA O MARCO NO INERCIAL*

Un marco es no inercial cuando el marco está acelerado.

CUIDADO ► Marco (frame) es mejor conocido como sistema.

MOVIMIENTO

A partir de la experiencia cotidiana nos damos cuenta que el movimiento representa el cambio continuo en la posición de un objeto. La física estudia tres tipos de movimiento: traslacional, rotacional y vibratorio.

PARTÍCULA

Por "***Partícula***", entendemos un punto individual de masa, como un electrón; pero también designamos un objeto cuyas partes se mueven exactamente de la misma manera. Incluso los objetos complejos pueden ser considerados como partículas, si no existen movimientos internos como rotación o la vibración de sus partes.

POSICIÓN ($\vec{r}$)

Para describir el movimiento de una partícula en el espacio, primero hay que poder describir su posición. Consideremos una partícula que está en el punto P en un cierto instante.

El vector de posición $\vec{r}$ de la partícula en ese instante es un vector que va desde el origen del sistema de coordenadas al punto P.

TRAYECTORIA

Es la sucesión de posiciones que ocupa la partícula durante su movimiento. Podemos decir que la curva que describe la partícula se llamará trayectoria. A la longitud de la trayectoria, se le denomina "distancia recorrida".

DESPLAZAMIENTO $\Delta\vec{r}$

El vector desplazamiento $\Delta\vec{r}$, se define como el cambio de posición que se realiza en este intervalo.

$$\Delta\vec{r} \equiv \vec{r}_f - \vec{r}_i$$

CUIDADO ► Nótese que el desplazamiento no es lo mismo que la distancia recorrida por la partícula. Se determina sólo mediante los puntos iniciales y final del intervalo, no mediante la trayectoria cubierta entre ellos.

Para describir el movimiento de una partícula, introduciremos la cantidad física velocidad y aceleración, que tienen definiciones sencillas en la física, aunque son más precisas y un poco distintas de las empleadas en el lenguaje cotidiano. Si pone atención a estas definiciones trabajará mejor con éstas y otras cantidades físicas importantes.
Un aspecto importante de las definiciones de ***velocidad*** y ***aceleración*** es que son ***vectores***, esto implica que tienen ***magnitud*** y ***dirección***.

VELOCIDAD

◆ *VELOCIDAD MEDIA* $\vec{V}_m$

Definimos la velocidad media de la partícula durante el intervalo de tiempo Δt ***como la razón entre el desplazamiento y el intervalo de tiempo.***

$$\vec{V}_m \equiv \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

Según esta definición, la velocidad media tiene dimensiones de longitud dividida por el tiempo (L/T)-m/s, en unidades del SI.

* La velocidad media es una cantidad vectorial dirigida a lo largo de $\Delta\vec{r}$.
* Advierta que la velocidad media entre dos puntos es ***independiente de la trayectoria*** entre los dos puntos.
* En general la velocidad media depende del intervalo de tiempo escogido.

◆ *VELOCIDAD INSTANTÁNEA* $(\vec{V})$

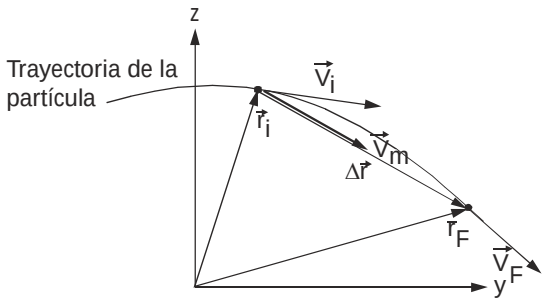
Definimos que el límite de la velocidad media, $\Delta\vec{r}/\Delta t$***, conforme*** Δt ***tiende a cero; es igual a la razón instantánea de cambio de posición con el tiempo:***

$$\vec{V} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Según esta definición, la velocidad instantánea tiene dimensiones de longitud dividida por tiempo (L/T)- m/s, en unidades del SI.

* La dirección del vector velocidad instantánea, en cualquier punto en una trayectoria de la partícula, está a lo largo de la línea que es tangente a la trayectoria en ese punto y en dirección del movimiento.
* A la ***magnitud del vector velocidad instantánea***, se le conoce como ***rapidez***.
* El velocímetro de un automóvil indica la rapidez, no la velocidad.
* La palabra instante tiene un significado un poco distinto en física que en el lenguaje cotidiano. Podemos decir "***duró un instante***" para referirnos a algo que "***duró un intervalo de tiempo muy corto***"; pero, en física, un instante no tiene duración; es un solo valor del tiempo.

CUIDADO ► ***La velocidad media de una partícula durante*** un intervalo de tiempo ***no nos dice con qué rapidez, o en qué dirección, se mueve la partícula*** en un instante dado del intervalo. ***Para describir el movimiento con mayor detalle***, ***necesitamos definir la velocidad en cualquier instante*** o puntos específicos de la trayectoria. Esta es la ***velocidad instantánea*** y debe definirse con cuidado.



En el siguiente gráfico podemos observar cómo se representan los vectores velocidad media y velocidad instantánea.

◆ ***RAPIDEZ MEDIA*** (V_s)

Se define como el cociente entre la distancia total recorrida y el tiempo total que lleva viajar esa distancia.

$$\text{Rapidez media} = \frac{\text{distancia total}}{\text{tiempo total}}$$

La unidad del SI de la rapidez media, igual que la velocidad, también es metros por segundo.

* La rapidez media, ***NO*** es la magnitud de la velocidad media.

* La rapidez media, ***NO*** tiene dirección.

ACELERACIÓN

Cuando la velocidad de una partícula cambia con el tiempo, se dice que la partícula está acelerada.

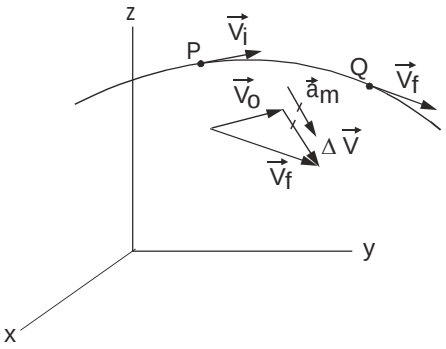
Conforme una partícula se mueve de un punto a otro a lo largo de cierta trayectoria, su vector de velocidad instantánea cambia de $\vec{V}_i$ en el tiempo t_i a $\vec{V}_f$ en el tiempo t_f.

◆ ***ACELERACIÓN MEDIA*** $\vec{a}_m$

La aceleración media de una partícula cuando se mueve de un punto inicial a otro final.

Se define como la razón de cambio del vector velocidad instantánea, $\Delta\vec{V}$ ***en el tiempo transcurrido,*** Δt***.***

$$\vec{a}_m = \frac{\vec{V}_f - \vec{V}_i}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$$



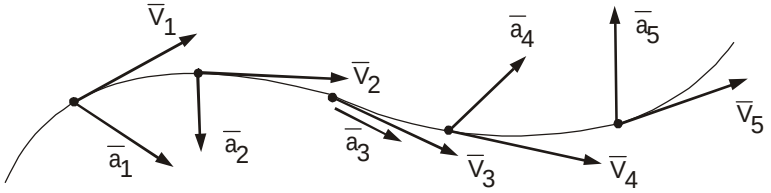
* El vector aceleración media para una partícula $\vec{a}_m$ que se mueve del punto P a Q está en la dirección del cambio en la velocidad $\Delta\vec{V} = \vec{V}_f - \vec{V}_i$

◆ ***ACELERACIÓN INSTANTÁNEA*** $\vec{a}$

La aceleración instantánea, se define como el valor límite de la razón $\Delta V / \Delta t$ ***cuando*** Δt ***tiende a cero:***

$$\vec{a} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{d\vec{V}}{dt}$$

En otras palabras, la aceleración instantánea es igual a la derivada del vector velocidad respecto al tiempo.

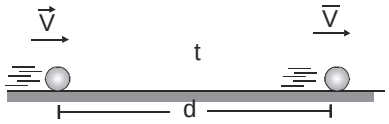


* En general, la dirección de la aceleración no se relaciona con la de $\vec{V}$. Es posible que $\vec{V}$ y $\vec{a}$ sean paralelas, antiparalelas, perpendiculares entre sí o en cualquier otro ángulo relativo. La aceleración es un vector que tiene la misma dirección que el ***cambio instantáneo*** en la velocidad.
* Como la velocidad cambia en la dirección en la cual la trayectoria se curva, la aceleración está siempre apuntado hacia la concavidad.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U.)

Características:

1. La velocidad permanece constante en magnitud y dirección.
2. En tiempos iguales se recorren distancias iguales.
3. La distancia recorrida es directamente proporcional al tiempo transcurrido.



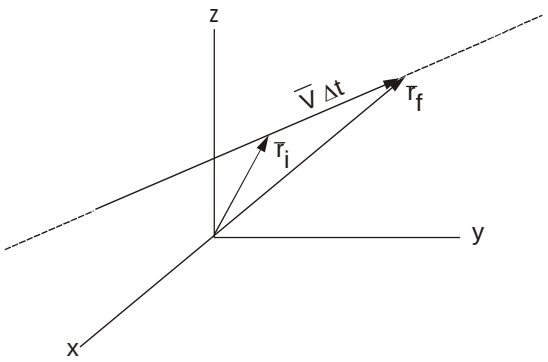
Fórmula : $d = V \cdot t$

d = distancia recorrida
V = rapidez constante del movimiento
t = tiempo transcurrido

◆ *ECUACIÓN DE LA POSICIÓN EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD Y EL TIEMPO*

En general, cuando la aceleración de una partícula es cero, la velocidad es una constante y el desplazamiento cambia linealmente con el tiempo.

$$\vec{r}_F = \vec{r}_i + \vec{V}\,\Delta t$$



EJERCICIOS PROPUESTOS

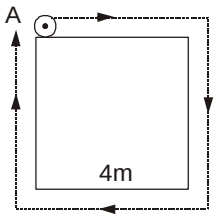
01. Dadas las proposiciones:
   I. La trayectoria de una partícula depende del sistema de referencia.
   II. El vector de desplazamiento es la suma de los vectores de posición.
   III. El movimiento es la forma primordial de existencia de la materia.
   Son correctas:

   a) Sólo I b) I y II c) Sólo III
   d) I y III e) Todas

02. Una partícula se mueve en el plano $\vec{r} = (2t-1; 2t+1)$. Hallar el desplazamiento entre $t=[1;3]$.

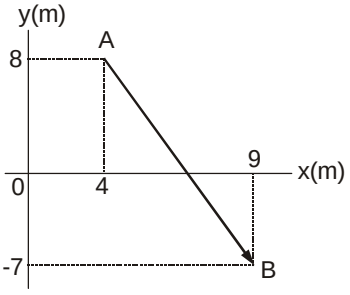
   a) $\vec{i}+\vec{j}$ b) $2(\vec{i}+\vec{j})$ c) $4(\vec{i}+\vec{j})$
   d) $\vec{i}-\vec{j}$ e) $2(\vec{i}-\vec{j})$

03. Un escarabajo parte de A para moverse por el perímetro del cuadrado, hasta llegar también a A. Calcule la distancia recorrida y el módulo del desplazamiento en m.



   a) 0; 0 b) 4; 4 c) 8; 8
   d) 14; 10 e) 16; 0

04. Halle la velocidad media en el trayecto de A hacia B, si ha demorado 5 s.



   a) $(2\hat{i} - \hat{j})$ m/s b) $(3\hat{i} - \hat{j})$ m/s
   c) $(4\hat{i} - 2\hat{j})$ m/s d) $(\hat{i} - 3\hat{j})$ m/s
   e) $(5\hat{i} - 3\hat{j})$ m/s

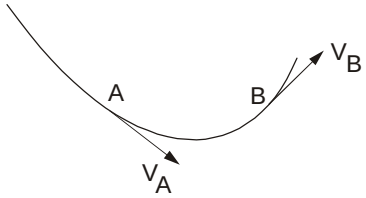
05. Un móvil se desplaza 8 km hacia el Norte y después 6 km hacia el Este, demorando para esto 2 horas. Determine su rapidez media y el módulo de su velocidad media en todo el trayecto.

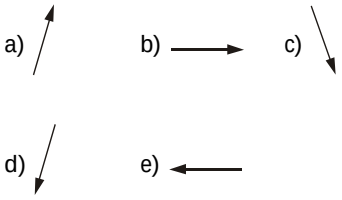
   a) 9 km/h y 7 km/h b) 7 km/h y 5 km/h
   c) 5 km/h y 3 km/h d) 3 km/h y 1 km/h
   e) 9 km/h y 4 km/h

06. Para un móvil que viaja sobre el eje X, su velocidad esta dada por: $V=14t-3t^2$ (V en m/s y t en segundos). Halle la magnitud de la aceleración media del móvil en el intervalo de t=2s hasta t=6s.

   a) 3 m/s^2 b) 6 m/s^2 c) 2 m/s^2
   d) 8 m/s^2 e) 10 m/s^2

07. Se muestra la trayectoria de un móvil que se desplaza manteniendo el módulo de su velocidad constante. Cuál de los siguientes vectores representa mejor la dirección de su aceleración media en el tramo AB.





08. Hallar el módulo de la aceleración media de una partícula que choca frontalmente contra una pared con una rapidez de 10m/s, sabiendo que el tiempo de choque es de 0,1 s y que rebota con una rapidez de 8 m/s.

   a) 120 m/s^2 b) 160 m/s^2 c) 180 m/s^2
   d) 20 m/s^2 e) 60 m/s^2

09. Un ciclista lleva una rapidez constante de 15 m/s; pero debido a un obstáculo, cambia de dirección en 74° moviendo su timón, maniobra que dura 3 s. ¿Qué magnitud de aceleración media experimenta el ciclista?

   a) 5 m/s^2 b) 6 m/s^2 c) 7 m/s^2
   d) 8 m/s^2 e) 0 m/s^2

10. Un hombre está parado frente a una montaña a 1700 metros, y toca una bocina; luego de qué tiempo escuchará el eco. ($V_{sonido}=340$ m/s).

   a) 5 s b) 6 s c) 7 s
   d) 9 s e) 10 s

11. Un andinista se encuentra entre dos montañas las cuales distan 1000 m. Este sujeto emite un grito y escucha los ecos con una diferencia de 2 s. Halle la menor distancia del andinista a una de las montañas. $V_{sonido}=340$ m/s.

a) 330 m b) 415 m c) 500 m
d) 720 m e) 660 m

12. Un auto viaja con rapidez constante alejándose de una montaña, cuando está a 450 m de ella hace sonar la bocina y recibe el eco a los 3 s. ¿Con qué rapidez en m/s viaja el auto?. $V_{sonido} = 340$ m/s.

a) 10 b) 20 c) 30
d) 40 e) 50

13. Un auto que se acerca a un gran muro viaja con rapidez constante. En cierto instante, emite un sonido durante 9 s y percibe el eco durante 8 s. Halle la rapidez del auto. $V_{sonido} = 340$ m/s.

a) 10 m/s b) 20 m/s c) 30 m/s
d) 40 m/s e) 50 m/s

14. Un tren que viaja a rapidez constante atraviesa un túnel de 90 m en 10 s y otro túnel de 18m en 4s. Halle la rapidez del tren.

a) 4 m/s b) 6 m/s c) 8 m/s
d) 10 m/s e) 12 m/s

15. Un tren cruza un poste en 10 s y un túnel en 15 s. ¿En cuánto tiempo el tren cruzará el túnel si el tamaño de éste fuera el triple?

a) 15 s b) 20 s c) 25 s
d) 30 s e) 35 s

16. Considerando idénticos los vagones de un tren, al cruzar un puente se observa que un vagón cruza el puente en 5 s, 2 vagones juntos lo hacen en 7 s. ¿En cuánto tiempo cruzarán el puente tres vagones juntos? El tren marcha a 36 km/h.

a) 13 s b) 15 s c) 17 s
d) 9 s e) 11 s

17. Un tren de 125 m de largo atraviesa un túnel con velocidad constante cuyo módulo es de 15 m/s. Determine dicho tiempo si atraviesa totalmente el túnel de 325 m.

a) 10 s b) 20 s c) 30 s
d) 40 s e) 50 s

18. Dos trenes cuyas longitudes son 120m y 90m viajan por vías paralelas en direcciones contrarias con rapideces de 72 km/h y 54 km/h, respectivamente. ¿Cuánto tiempo emplearán en cruzarse totalmente?

a) 3 s b) 4 s c) 5 s
d) 6 s e) 8 s

19. Dos relojes están separados 1360 m, pero uno de ellos está adelantado 3 s. ¿A qué distancia del reloj adelantado se oirá a los dos relojes dar la hora simultáneamente? (Rapidez del sonido en el aire 340 m/s).

a) 1020 m b) 240 m c) 170 m
d) 1190 m e) 3782 m

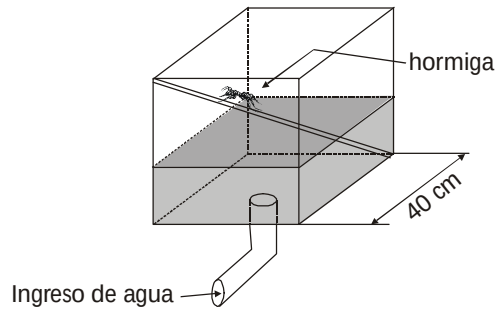
20. Una persona que se encuentra delante de una pared, hace un disparo y luego de 2 s escucha el impacto; pero si hubiera estado 102 m más cerca en la pared, ¿después de qué tiempo escucharía el impacto?
Rapidez del sonido = 340 m/s
Rapidez de la bala = 85 m/s

a) 0,2 s b) 0,4 s c) 0,5 s
d) 0,8 s e) 0,9 s

21. Se había determinado que la rapidez de una partícula con trayectoria rectilínea era de 1 m/s; pero después se comprobó que, a la medida de longitud usada, le faltaba un décimo de metro, mientras que el cronómetro utilizado adelantaba en 1/20 de segundo cada segundo. La verdadera rapidez de la partícula, en m/s fue entonces de:

a) 6/7 b) 5/8 c)19/22
d) 7/5 e) 8/5

22. Se tiene un recipiente de base cuadrada de 40 cm de lado al cual ingresa agua. Si el nivel de agua tiene una rapidez de 1 cm/s y el recipiente se llena en 1 minuto. La rapidez mínima constante con que deberá avanzar la hormiga, inicialmente en el fondo del recipiente, sobre la varilla para no ser alcanzada por el agua, será:



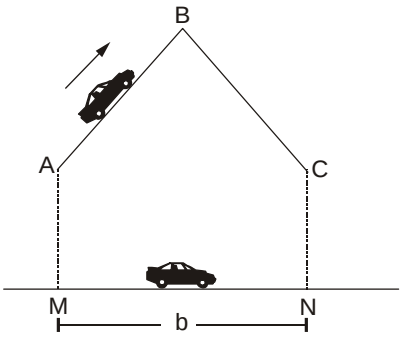
a) $\sqrt{17}$ cm/s b) $\frac{1}{2}\sqrt{17}$ cm/s
c) $\frac{1}{3}\sqrt{17}$ cm/s d) $\frac{1}{4}\sqrt{17}$ cm/s
e) $\frac{1}{5}\sqrt{17}$ cm/s

23. Sobre una pista rectilínea se encuentran dos puntos A y B, separados L km. Un auto va de A hasta B con una rapidez constante de 50 km/h; al llegar a B, inmediatamente, regresa con rapidez constante V.

Entonces, para que la rapidez promedio (considerando la ida y la vuelta) sea de 60 km/h, el valor de V, en km/h, debe ser:

a) 45 b) 55 c) 65
d) 75 e) 85

24. Una pista ABC tiene la forma de un triángulo isósceles de bases b = 5000 m, y lados de longitud L = 2750 m. Otra pista horizontal está paralela a la base del triángulo. Un auto sube con rapidez v_s = 70 km/h que es el 75% de la rapidez con la que realiza la bajada. Un segundo auto avanza por la pista horizontal con rapidez Vo. ¿Cuánto debe valer V_o, aproximadamente en m/s, para que, partiendo en un mismo instante desde A y M, los dos autos lleguen simultáneamente a C y N respectivamente.



a) 192,5 b) 94,5 c) 72,7
d) 61,2 e) 20,2

25. Un avión vuela a una altura constante desde su posición inicial a 30 km al N60°E del aeropuerto Jorge Chávez de Lima, hasta su posición final a 80 km al S60°E del mismo. Determine el módulo de su desplazamiento.

a) 110 km b) 70 km c) 30 km
d) 50 km e) 12,5 km

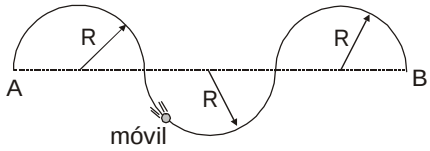
26. El pirata "Barba Roja", lee las instrucciones para llegar al tesoro escondido y son: "partiendo del pozo camine 12 pasos hacia el Sur, 6 pasos al Este y 20 pasos al Norte, y cave 5 metros". Asumiendo la longitud de cada paso (0,5m), determine el módulo del vector desplazamiento seguido por el pirata desde el pozo, hasta el tesoro y la distancia recorrida.

a) 5 m, 24 m b) 10 m, 34 m
c) $8\sqrt{2}$m, 25 m d) 15 m, 25 m
e) $5\sqrt{2}$m, 24 m

27. Con rapidez constante V, un ciclista recorre una pista cuadrada. Encuentre el módulo de la velocidad media, cada vez que el ciclista recorre dos lados consecutivos.

a) $V\sqrt{2}$ b) $\frac{V}{2}\sqrt{2}$ c) $V\sqrt{3}$
d) $\frac{V}{3}\sqrt{3}$ e) V

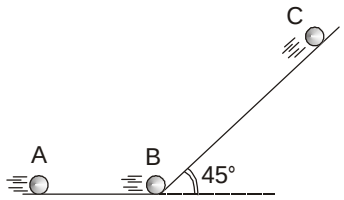
28. La figura muestra la trayectoria de un móvil que va de A hasta B, con rapidez constante "V". Si "R" es el radio de curvatura, hallar el módulo de su velocidad media.



a) V b) V/π c) 2V/π
d) V/3 e) 3V/π

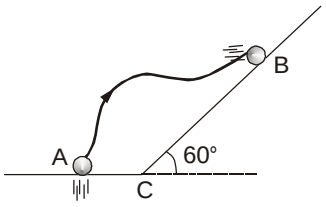
29. La partícula mostrada para ir de "A" hacia "C" demora 5s. ¿Cuál es el módulo de su velocidad media?

$\overline{AB} = 5m$ y $\overline{BC} = 15\sqrt{2}m$.



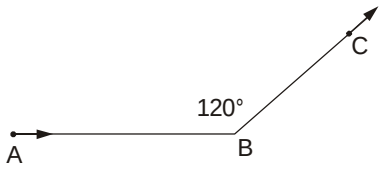
a) 4 m/s b) 5 m/s c) 6 m/s
d) 7 m/s e) 8 m/s

30. Un cuerpo tarda 2s para trasladarse de "A" hacia "B". Si: $\overline{AC} = 3m$; $\overline{BC} = 5m$, halle el módulo de la velocidad media en m/s.



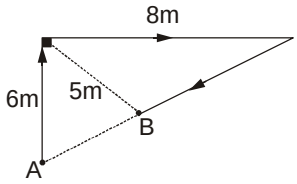
a) 2,0 b) 3,5 c) 1,5
d) 0,5 e) 2,5

31. Hallar el módulo de la velocidad media de cierto móvil que recorre el trayecto ABC con una rapidez constante de 5 m/s, AB = 100 m y BC = 75 m.



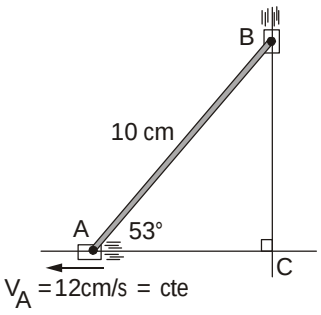
a) $2\sqrt{30}$ m/s b) $\frac{5\sqrt{37}}{7}$ m/s
c) 6 m/s d) 15 m/s
e) 5,3 m/s

32. Un escarabajo parte del reposo en A y sigue la trayectoria mostrada, llegando a B. Hallar el módulo de su velocidad media para el recorrido dado, si el tiempo que ha empleado es 10 s.



a) 1,4 m/s b) 0,5 m/s c) 1,3 m/s
d) 1,9 m/s e) 1,1 m/s

33. En la figura, A y B se mueven sobre rectas perpendiculares. Hallar el módulo de la velocidad media de B desde la posición mostrada hasta que llega al punto C.



a) 16 cm/s b) 6,8 cm/s c) 12 cm/s
d) 18 cm/s e) 24 cm/s

34. Un móvil se desplaza de un punto N a otro M con una rapidez constante V y regresa con 3V también constante. Halle la rapidez media en todo el recorrido.

a) 1,5 V b) 18 V c) 10 V
d) 1,8 V e) 20 V

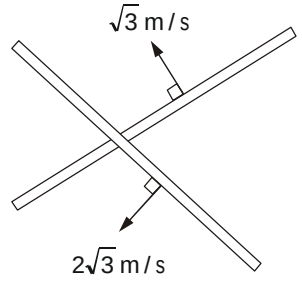
35. En una carrera se quiere saber la rapidez media que se tuvo al recorrer una distancia de 50 km. El camino se dividió en dos tramos iguales, recorriendo cada tramo con rapidez uniforme igual a 3 V y 6 V, respectivamente.

a) V b) 2 V c) 3 V
d) 4 V e) 5 V

36. Un auto se desplaza de "A" a "B" con una velocidad constante de módulo "V" y retorna con otra velocidad constante de módulo "X". Si para el recorrido de ida y vuelta su rapidez media es V/3, determinar "X" (No considerar el tiempo que el móvil tarda en invertir la dirección de su velocidad).

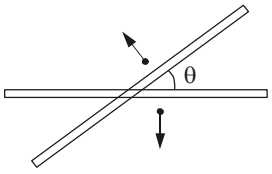
a) Imposible b) V/5 c) 4V/3
d) 2V/3 e) V/10

37. Dos alambres rectilíneos se cruzan formando un ángulo de 60° y se mueven con rapidez constante de $2\sqrt{3}$ m/s y $\sqrt{3}$ m/s, cada una perpendicular al respectivo alambre. Halle la rapidez del punto de intersección de los alambres.



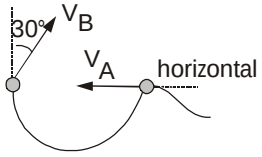
a) $\sqrt{7}$ m/s b) $2\sqrt{7}$ m/s c) $3\sqrt{7}$ m/s
d) $4\sqrt{7}$ m/s e) $5\sqrt{7}$ m/s

38. Dos barras idénticas se mueven con igual rapidez V y perpendiculares a sí mismas. Hallar la rapidez del punto de intersección de las barras.



a) $V\text{Sen}\theta/2$ c) $V\text{Cos}\theta/2$ c) $V\text{Tan}\theta/2$
d) $V\text{Sec}\theta/2$ e) $V\text{Co sec}\,\theta/2$

39. Si el módulo de la velocidad de la partícula permanece constante, es igual a 2 m/s. Hallar la aceleración media para ir de "A" hasta "B", si demora 1 s.

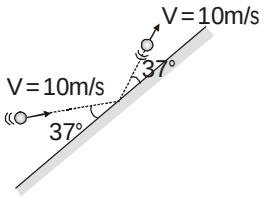


a) $(\vec{i}+\sqrt{3}\,\vec{j})$ m/s^2 b) $(\vec{i}-\vec{j})$ m/s^2
c) $(\vec{i}+\vec{j})$ m/s^2 d) $(3\vec{i}+\sqrt{3}\,\vec{j})$ m/s^2
e) $(-\vec{i}+\sqrt{3}\,\vec{j})$ m/s^2

40. Los vectores velocidad instantánea en los instantes t_1 y t_2 son $V_1=(2i+3j)$ m/s y $V_2=(6i+9j)$m/s. Si la aceleración media en este intervalo de tiempo Δt es $(2i+3j)$m/s^2 , determine $\Delta t=(t_2-t_1)$ en segundos.

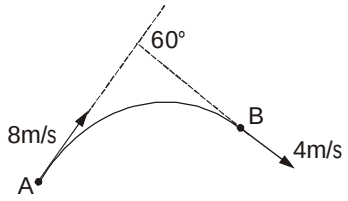
a) 0,5 b) 1,5 c) 2,0
d) 2,5 e) 3,0

41. Hallar el módulo de la aceleración media si el tiempo de contacto entre la pelotita y la pared fue 3 s.



a) 1 m/s^2 b) 2 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 4 m/s^2 e) 6 m/s^2

42. En el diagrama, para que el móvil vaya de A hacia B emplea 2 s, observándose que, en A, su rapidez es de 8 m/s y, que en B, es de 4 m/s. ¿Qué magnitud tendrá la aceleración media del móvil en este trayecto?



a) $2\sqrt{3}$ m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 10 m/s^2
d) $6\sqrt{3}$ m/s^2 e) 5 m/s^2

43. Una persona sale todos los días a la misma hora de su casa y llega a su trabajo a las 9:00 a.m. Un día se traslada al doble de la velocidad acostumbrada y llega a su trabajo a las 8:00 a.m. ¿A qué hora sale siempre de su casa?

a) 6:00 a.m. b) 6:30 a.m. c) 2:00 a.m.
d) 7:00 a.m. e) 5:30 a.m.

44. Una persona sale de su casa y llega a su trabajo en 30 minutos de camino, a una velocidad constante. Un día que salió normalmente de su casa, en mitad de su trayecto se detiene por un tren, un intervalo de tiempo de 20 minutos. Luego reanuda su movimiento duplicando su velocidad hasta llegar a su destino. ¿Cuánto tiempo llega retrasado a su centro de trabajo?

a) 7,5 minutos b) 10 minutos
c) 12,5 minutos d) 15 minutos
e) 20 minutos

45. Un hombre que viaja a pie de A hacia B sale al mediodía y recorre a 70 m/min. En cierto punto, sube a un camión que recorre a 150 m/min y que salió de A a las 12:20 p.m. El hombre llega a B, 20 min antes que si hubiera continuado andado. ¿Cuál es la distancia entre A y B?

a) 2625 m b) 1125 m c) 5250 m
d) 2135 m e) 1325 m

46. De Lima a Huacho hay aproximadamente 130 km; de Lima a Barranca, 180 km. Un auto parte de Lima con rapidez constante a las 8 de la mañana y llega a Barranca a las 12 del mediodía. ¿A qué hora habrá pasado por Huacho?

a) 10 h 37 min 40 s b) 11 h 25 min 45 s
c) 9 h 45 min 32 s d) 10 h 53 min 20 s
e) 11 h 53 min 34 s

47. Un motociclista debe llegar a su destino a las 10 a.m. Si viaja a 15 km/h llegaría a la 1p.m. y si viaja a 40 km/h llegaría a las 8 am. ¿Con qué rapidez debe viajar para llegar a las 10 a.m. exactamente?

a) 20 km/h b) 24 km/h c) 25 km/h
d) 30 km/h e) 26 km/h

48. Un tren se ve obligado a retrasar su partida de la estación en 1 hora y para llegar a la hora deseada a su destino recorrió el camino de 300 km con una rapidez 10 km/h más que lo normal. Hallar la rapidez del tren.

a) 30 km/h b) 40 km/h c) 50 km/h
d) 60 km/h e) 80 km/h

49. Un tren después de 2h de marcha se detiene 15min y vuelve a ponerse en marcha con una rapidez igual a 3/4 de la rapidez anterior, llegando a su destino con un atraso de 33 min. Si la detención hubiera tenido lugar 7 km más adelante, el atraso hubiera sido de 31 min. ¿Qué distancia recorrió el tren?

a) 1000 km b) 183 km c) 203 km
d) 253 km e) 187 km

50. Un tren se mueve con rapidez uniforme de 50 km/h, mientras que un carro que viaja por una carretera paralela a la vía férrea hace lo propio a 80km/h. La rapidez de ambos se ha medido con respecto a un puesto ferroviario y en sentidos opuestos.
La rapidez del auto, respecto a un pasajero ubicado en el tren cuando se cruzan, es en km/h:

a) 30 b) 80 c) 65
d) 130 e) 50

51. Una persona ubicada entre 2 montañas emite un grito y recibe el primer eco a los 3 segundos y el siguiente a los 3,6 segundos. ¿Cuál es la separación entre las montañas?
Nota: Considere la rapidez del sonido en el aire igual a 340 m/s.

a) 262 m b) 648 m c) 972 m
d) 1122 m e) 1536 m

52. Un portaviones avanza hacia el Sur a una velocidad constante de 60 km/h respecto a tierra. En un instante dado (t=0) despegan de su cubierta 2 aviones de reconocimiento, uno que va hacia el Norte y otro que va hacia el Sur; ambos con una velocidad de 600 km/h con respecto a tierra y en la misma dirección del movimiento del portaviones. Cada uno se aleja 200 km respecto al portaviones y regresa a él.
La relación entre los tiempos empleados en esos recorridos (t_n para el que fue al Norte y t_s para el que fue hacia el Sur) está dado por:

a) $t_n = 2t_s$ b) $t_s = 2t_n$ c) $t_n = t_s$
d) $t_n = 3t_s$ e) $t_s = 3t_n$

53. Una columna de soldados que se extiende 2 km se mueve por la carretera a razón de 8 km/h.
El capitán que se halla en la retaguardia envía un motociclista con una orden a la cabeza de la columna. Después de 20 minutos el motociclista regresa.
Determine la rapidez del motociclista considerando que avanzó, en ambas direcciones, con la misma rapidez.

a) 16 km/h b) 12 km/h c) 10 km/h
d) 8 km/h e) 6 km/h

54. Una persona A golpea un riel de acero, y otra persona B oye el sonido transmitido por los rieles 5 segundos antes que el propagado por el aire. Si el riel no presenta ninguna curva. ¿A qué distancia se encuentra B de A?
($V_{\text{sonido en el aire}}$ = 350 m/s)
($V_{\text{sonido en el acero}}$ = 700 m/s)

a) 4000 m b) 3500 m c) 3000 m
d) 2500 m e) 2000 m

55. Si la posición x de una partícula es descrita por la relación $x = 5t^2 + 20t$, donde x está en metros y t en segundos. Entonces, el módulo de su velocidad media entre los instantes t=3 s y t=4 s, en m/s, es:

a) 320 b) 160 c) 95
d) 55 e) 16

56. En un cierto instante, la velocidad de una partícula está descrita por el vector $\vec{v_1}$, cuyo módulo es de 3m/s. Un segundo más tarde su velocidad es $\vec{v_2}$, vector que es perpendicular a $\vec{v_1}$ y cuyo módulo es de 4m/s. El módulo y dirección (el ángulo con respecto al vector $\vec{v_1}$) de la aceleración media (m/s^2) es:

a) $\sqrt{7}$; ArcSen(3/4) b) 5; ArcSen(3/4)
c) 6; ArcSen(3/5) d) 5; ArcSen(4/5)
e) $\sqrt{7}$; ArcSen(3/5)

57. Un automóvil circula por una avenida recta y se ha observado que la posición x del vehículo está dada por la ecuación x(t)=6t+12 (con t en segundos y x en metros). Determine el módulo de la velocidad media en m/s, del automóvil en el intervalo de tiempo desde t=0 hasta t=10 segundos.

a) 4 b) 6 c) 8
d) 10 e) 12

58. La posición de una partícula que se mueve a lo largo del eje x está dada en función del tiempo por $x = -3t + 4t^2$. Su rapidez en m/s en el instante t=2s, es entonces:

a) $-3\vec{i}$ b) $13\vec{i}$ c) $10\vec{i}$
d) $-13\vec{i}$ e) $3\vec{i}$

59. Un móvil tiene un movimiento rectilíneo representado por la ecuación: $x = 4t^2 + 4t + 1$ (x en metros y t en segundos). Hallar la posición x del móvil (en m) cuando su rapidez es 8 m/s.

a) 0 b) 4 c) 3
d) 6 e) 9

60. Dos móviles A y B se están moviendo en sentidos opuestos con rapideces constantes V_A y V_B. En t=0 se encuentran separados 120m. Si los móviles se cruzan después de 10s, calcular después de qué tiempo, a partir del encuentro, estarán separados 60 m.

a) 5 s b) 10 s c) 15 s
d) 20 s e) 25 s

Claves

01.	d
02.	c
03.	e
04.	d
05.	e
06.	e
07.	a
08.	c
09.	b
10.	e
11.	a
12.	d
13.	b
14.	e
15.	c
16.	d
17.	c
18.	d
19.	d
20.	c
21.	a
22.	c
23.	d
24.	e
25.	b
26.	e
27.	b
28.	c
29.	b
30.	b

31.	b
32.	b
33.	e
34.	a
35.	d
36.	b
37.	b
38.	e
39.	d
40.	c
41.	d
42.	a
43.	d
44.	c
45.	c
46.	d
47.	b
48.	c
49.	c
50.	d
51.	d
52.	c
53.	a
54.	b
55.	d
56.	d
57.	b
58.	b
59.	b
60.	a

Capítulo

3 MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO

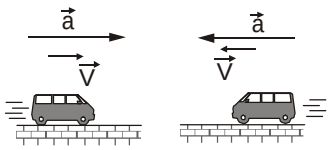
MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO

El movimiento de una partícula es rectilíneo, cuando su trayectoria es una recta. Si el movimiento rectilíneo, tiene una ***aceleración constante o uniforme*** se dice que el movimiento es rectilíneo uniformemente acelerado.

Es importante tener en cuenta que si la ***aceleración*** de una partícula permanece ***constante***, su ***magnitud*** y ***dirección*** permanecen ***invariables*** durante el movimiento.

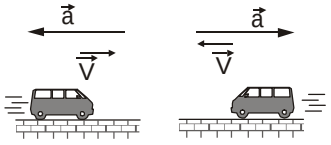
En el movimiento unidimensional, con ***aceleración constante,*** la ***aceleración media*** es ***igual*** a la ***aceleración instantánea***, en consecuencia la velocidad aumenta o disminuye a la misma tasa durante todo el movimiento.

Si la velocidad y aceleración tienen direcciones iguales, se dice que el movimiento es "***acelerado***".



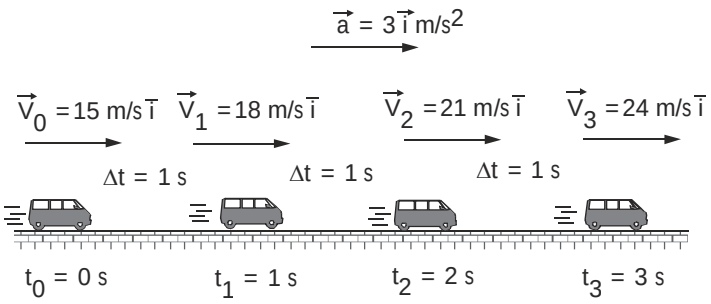
Movimiento acelerado

Si la velocidad y la aceleración tienen direcciones opuestas, el movimiento se denomina "***retardado***".

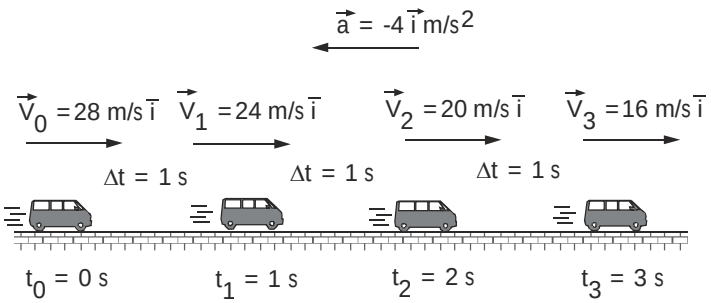


Movimiento desacelerado o retardado

MOVIMIENTO ACELERADO

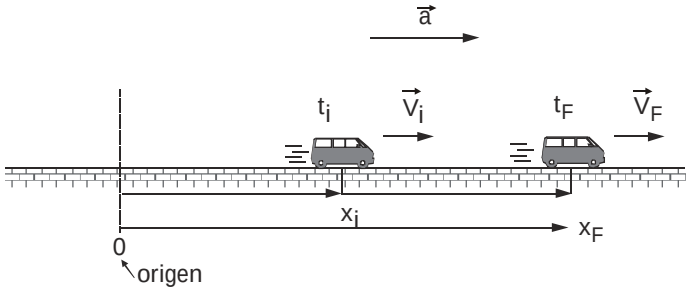


MOVIMIENTO DESACELERADO O RETARDADO



ECUACIONES CINEMÁTICAS PARA MOVIMIENTO EN UNA LÍNEA RECTA BAJO ACELERACIÓN CONSTANTE

Cuando la ***aceleración*** es ***constante*** la posición x_F y la velocidad V en cualquier instante $t_F = t$ se relacionan con la aceleración a, la posición inicial x_i y la velocidad inicial V_i (ambas en $t_i = 0$).



Por las ecuaciones:

$$V_F = V_i + a\,t \quad \text{(sólo con aceleración constante)}$$

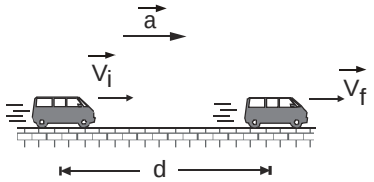
$$x_F - x_i = V_i t + \frac{1}{2} a\,t^2 \quad \text{(sólo con aceleración constante)}$$

$$x_F - x_i = \frac{1}{2}(V_F + V_i)t \quad \text{(sólo con aceleración constante)}$$

$$V_F{}^2 = V_i{}^2 + 2a(x_F - x_i) \quad \text{(sólo con aceleración constante)}$$

Nota: El movimiento es a lo largo del eje x.

* Otra forma muy conocida de escribir las ecuaciones es (ecuaciones escalares)



$$d = V_i t \pm \frac{1}{2} a\,t^2$$

$$V_f = V_i \pm a\,t$$

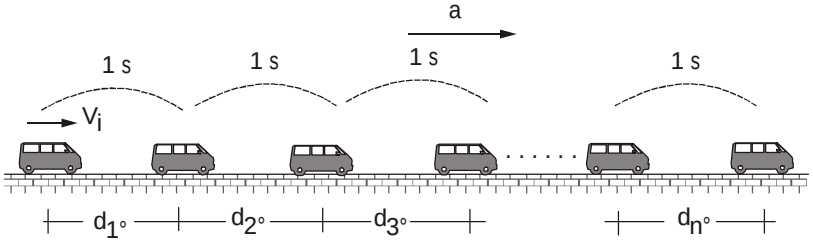
$$V_f{}^2 = V_i{}^2 \pm 2\,a\,d$$

$$\frac{d}{t} = \frac{V_i + V_f}{2}$$

Donde: (+) movimiento acelerado

(-) movimiento retardado

Para utilizar estas ecuaciones, se necesita como mínimo "tres datos".



$$d_{n^\circ} = V_i \pm \frac{1}{2} a(2n - 1)$$

CUIDADO ►

* El hecho de que un objeto esté en la posición correspondiente a $x=0$ no implica que su velocidad o su aceleración sean cero.
* En determinado instante, la partícula puede tener una velocidad nula y sin embargo, puede experimentar una aceleración diferente de cero o igual a cero.

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. ¿En qué tiempo adquirirá un cuerpo una rapidez de 72 km/h, si parte con MRUV con una rapidez de 8 m/s y con una aceleración de 3 m/s^2? Halle, también, la distancia recorrida.

a) 3 s ; 48 m b) 4 s; 56 m c) 2 s; 54 m
d) 6 s; 42 m e) 8 s; 64 m

02. ¿En qué tiempo adquirirá un cuerpo una rapidez de 54 km/h, si parte con MRUV con una rapidez de 3 m/s y con una aceleración de 2 m/s^2? Halle, también, la distancia recorrida.

a) 4 s; 58 m b) 3 s; 48 m c) 5 s; 72 m
d) 8 s; 62 m e) 6 s; 54 m

03. Un auto con MRUV logra duplicar su rapidez en 4 s, recorriendo una distancia de 48 m. Determinar la aceleración del auto.

a) 4 m/s^2 b) 8 m/s^2 c) 6 m/s^2
d) 3 m/s^2 e) 2 m/s^2

04. Un auto que describe un MRUV, para triplicar su rapidez recorre una distancia de 80 m y demora para esto 5 s. Determinar la aceleración del auto.

a) 6,4 m/s^2 b) 12,8 m/s^2 c) 3,2 m/s^2
d) 1,6 m/s^2 e) 0,8 m/s^2

05. Un móvil parte del reposo y se desplaza con una aceleración constante recorriendo 18 m en los tres primeros segundos. Calcular la distancia que recorrerá durante los 7 s siguientes.

a) 200 m b) 42 m c) 84 m
d) 182 m e) 21 m

06. Un cuerpo parte del reposo con MRUV y avanza 54 m en los 6 primeros segundos. ¿Cuánto avanza en los 4 s siguientes?

a) 82 m b) 96 m c) 100 m
d) 54 m e) 150 m

07. Un auto parte del reposo con MRUV y viaja cierta distancia entre dos ciudades con aceleración con módulo de 2,5 m/s^2 alcanzando una rapidez de 80 m/s. Determine la distancia entre ambas ciudades.

a) 1840 m b) 1280 m c) 1460 m
d) 1620 m e) 1680 m

08. Un carro parte del reposo y viaja una distancia de 2 km entre dos ciudades, con una aceleración constante de magnitud 2,4 m/s^2. Determinar la máxima rapidez alcanzada por el auto.

a) $20\sqrt{2}$ m/s b) $20\sqrt{3}$ m/s
c) $40\sqrt{3}$ m/s d) $40\sqrt{2}$ m/s
e) $40\sqrt{6}$ m/s

09. Si un atleta, partiendo del reposo, realiza un M.R.U.V, recorriendo 9 m en 3 s. ¿Cuánto demora en recorrer los primeros 100 m?

a) 40 s b) 25 s c) 20 s
d) 15 s e) 10 s

10. Un automóvil lleva una rapidez de 25 m/s y frena uniformemente deteniéndose luego de recorrer 50 m. ¿Qué rapidez tenía 18 m antes de llegar al reposo?

a) 18 m/s b) 17 m/s c) 21 m/s
d) 15 m/s e) 11 m/s

11. Una partícula desacelera con 4 m/s^2. Hallar la distancia que recorre en el último segundo de su movimiento.

a) 1 m b) 2 m c) 3 m
d) 4 m e) 0,1 m

12. Un auto se mueve con una rapidez de 45 m/s, desacelerando constantemente. Luego de 3 s; su rapidez se ha reducido a 30 m/s. ¿Cuánto tiempo más debe transcurrir para lograr detenerse?

a) 4 s b) 3 s c) 5 s
d) 6 s e) 7 s

13. Un móvil con MRUV parte del reposo con una aceleración de 4 m/s^2. Halle la distancia recorrida en los tres primeros segundos y en el tercer segundo de su movimiento.

a) 18 m y 10 m b) 10 m y 10 m
c) 18 m y 18 m d) 9 m y 10 m
e) 5 m y 10 m

14. Un móvil parte del reposo con MRUV, si durante el décimo tercer segundo recorre 10 m. Halle la distancia recorrida en el octavo segundo.

a) 2 m b) 4 m c) 6 m
d) 8 m e) 9 m

15. ¿Durante qué segundo un móvil que parte del reposo y tiene un MRUV recorrerá el triple del espacio recorrido durante el quinto segundo de su movimiento?

a) En el décimo.
b) En el décimo segundo.
c) En el décimo cuarto.
d) En el décimo tercero.
e) En el décimo primero.

16. ¿En qué segundo la distancia recorrida por un móvil en ese segundo y su aceleración estarán en la relación de 7 a 2? El móvil partió del reposo.

a) 2do b) 3ero c) 4to
d) 5to e) 6to

17. Una partícula describe un MRUV y tiene una rapidez V = 10 m/s en el instante t = 2 s y una rapidez V = 30 m/s en el instante t = 7 s. ¿Cuál es la rapidez de la partícula, después de haber recorrido una distancia d=4 m a partir del instante t=0?

a) 6 m/s b) 8 m/s c) 4 m/s
d) 2 m/s e) 10 m/s

18. Un móvil parte del reposo y la magnitud de su aceleración uniforme es 3 m/s^2. Cierto tiempo después de la partida, aplica los frenos siendo la magnitud de su desaceleración de 6 m/s^2 hasta detenerse, si su viaje duró 30 s. ¿Qué distancia logró recorrer?

a) 450 m b) 600 m c) 300 m
d) 900 m e) 1200 m

19. Un móvil se desplaza sobre una trayectoria rectilínea con una aceleración constante de magnitud 2 m/s^2 , y 5 s después de haber pasado por un punto "A" de su trayectoria, tiene una rapidez de 72 km/h. ¿Calcular cual era su rapidez 9 m antes de llegar al punto A?

a) 10 m/s b) 8 m/s c) 20 m/s
d) 4 m/s e) 15 m/s

20. Un auto que se mueve con aceleración constante recorre en 6 s la distancia de 180 m que separa dos puntos de su trayectoria, su rapidez al pasar por el segundo punto es de 45 m/s. A qué distancia antes del primer punto estaba el auto en reposo. (Dar la respuesta en metros).

a) 15,5 b) 5,5 c) 22,5
d) 52,5 e) 25,5

21. Indique los enunciados correctos:
I. Para hablar de movimiento de una partícula es indispensable referirse a un sistema de referencia.
II. La trayectoria descrita por una partícula no depende del sistema de referencia elegido.
III. Para dos sistemas de referencia, la velocidad instantánea de una partícula tendrá que ser siempre diferente.

a) Sólo I b) Sólo III c) I y III
d) Todas e) Ninguna

22. ¿Qué distancia recorrerá en 80 s un vehículo que parte del reposo y en cada segundo incrementa su velocidad en 10 m/s?

a) 31 km b) 32 km c) 33 km
d) 36 km e) 20 km

23. Un móvil parte del reposo y se desplaza con una aceleración constante recorriendo 18 m en los primeros 3 s. Calcular la distancia que recorrerá durante los 7 s siguientes:

a) 200 m b) 42 m c) 84 m
d) 182 m e) 21 m

24. Un móvil parte del reposo y acelera constantemente tardando 2 s en desplazarse entre dos puntos de su trayectoria rectilínea que distan 24 m. Si cuando pasa por el segundo punto tiene una rapidez de 16 m/s. Calcular la distancia entre el primer punto y el punto de partida.

a) 5 m b) 6 m c) 7 m
d) 7,5 m e) 8 m

25. Un cuerpo que parte del reposo recorre, con aceleración constante, un espacio de 100 m en 5 s. Calcular el tiempo que tardará para adquirir una rapidez de 56 m/s desde que partió.

a) 8 s b) 7 s c) 6 s
d) 5 s e) 4 s

26. Un camión que se mueve con rapidez constante de 20 m/s pasa por un punto A, mientras que un auto parte del reposo del mismo punto con aceleración de 4 m/s^2 de módulo. ¿Cuál es el valor de la velocidad del auto en el instante que alcanza al camión?

a) 20 m/s b) 30 m/s c) 32 m/s
d) 36 m/s e) 40 m/s

27. Un coche de turismo y un camión parten a la vez, estando inicialmente el coche a cierta distancia por detrás del camión. Este último tiene una aceleración constante de módulo 1,2 m/s^2 mientras que el coche acelera con 1,8 m/s^2 de módulo. El coche alcanza al camión cuando este ha recorrido 90 m. ¿Cuál era la distancia inicial entre ambos vehículos?

a) 25 m b) 30 m c) 35 m
d) 40 m e) 45 m

28. Dos coches que distan 400 m parten del reposo simultáneamente y van al encuentro con aceleraciones constante. ¿Después de qué tiempo estarán separados nuevamente 400 m si para encontrarse tardaron 10 s?

a) 10 s b) 14,1 s c) 20 s
d) 28,2 s e) 16,4 s

29. Los extremos de un tren de 100 m de longitud pasan por un mismo punto que está en reposo, con rapideces de 20 m/s y 30 m/s. Calcular cuántos metros de la longitud del tren pasan por ese punto, en la primera mitad del tiempo necesario para que el tren pase por completo.

a) 0 b) 45 c) 40
d) 35 e) 30

30. Dos móviles parten del reposo y van al encuentro desde los puntos A y B con aceleraciones de 2 m/s^2 y 4 m/s^2 respectivamente. Si el móvil que parte de B lo hace en un segundo más tarde que el móvil que parte de A. ¿Qué tiempo demora en encontrarse el móvil que parte de A con el que parte de B, si A dista de B 262 m?

a) 9 s b) 10 s c) 11 s
d) 12 s e) 13 s

31. Un cuerpo A comienza a moverse con una rapidez inicial de 2 m/s y avanza con una aceleración constante "a". Después de 10 s de haber comenzado a moverse el cuerpo A, y desde el mismo punto de partida, empieza a moverse el cuerpo B con una rapidez inicial de 12 m/s y con una aceleración "a". ¿Para qué valores de "a" el cuerpo B puede alcanzar al cuerpo A?

a) $a < 0{,}5$ m/s^2 b) $a > 2$ m/s^2
c) $a < 2$ m/s^2 d) $a > 1$ m/s^2
e) $a < 1$ m/s^2

32. Un automóvil A viaja con rapidez constante y se acerca al automóvil B que viaja en la misma dirección a razón de 40 m/s. El conductor B se da cuenta que el automóvil A se acerca cuando éste se encuentra a 150 atrás, entonces acelera a razón de 2 m/s^2 para no dejarse pasar por A. Si el acercamiento máximo de A a B es 50 m, determinar la rapidez del automóvil A en m/s.

a) 30 b) 60 c) 80
d) 100 e) 120

33. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. Un móvil describe un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado de rapidez creciente para luego continuar moviéndose rectilíneamente con rapidez decreciente. Luego, es posible que el vector aceleración sea igual en ambas fases del movimiento.
II. Si un móvil viaja con aceleración constante, se puede afirmar que su velocidad en ningún momento será nula.

a) FV b) VV c) FF
d) VF e) Ninguna

34. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. La aceleración es una magnitud vectorial que mide la diferencia entre la velocidad de un móvil en dos instantes diferentes.
II. La aceleración de un móvil hace que el móvil varíe su velocidad: cantidades iguales en tiempos iguales.

a) FV b) VF c) FF
d) VV e) Ninguna

35. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. Si un cuerpo tiene aceleración constante, entonces la magnitud de su velocidad va en aumento.
II. Si un cuerpo tiene movimiento uniformemente retardado entonces cuando su rapidez llega a cero, su aceleración es nula.

a) FF b) VV c) VF
d) FV e) Ninguna

36. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. La velocidad media es un vector.
II. La velocidad media de un objeto significa la longitud de trayectoria recorrida, dividida por el tiempo transcurrido en hacerlo.
III. Cuando la velocidad de un móvil varía continuamente durante el movimiento, se dice que el cuerpo tiene aceleración.

a) FVF b) VVV c) FFF
d) VVF e) VFV

37. Indicar verdadero (V) o falso (F):
I. Un cuerpo puede tener velocidad nula en un instante determinado y, sin embargo, estar acelerando.
II. Un cuerpo puede tener una rapidez constante y sin embargo tener una velocidad variable.
III. Un cuerpo puede tener velocidad constante y; sin embargo, tener rapidez variable.

a) FFV b) VVF c) FVF
d) VFF e) VVV

38. Señale las afirmaciones verdaderas:
    I. Para todo movimiento rectilíneo la aceleración tiene igual dirección que la velocidad.
    II. Si la velocidad de un móvil es constante; entonces, la aceleración del mismo es constante.
    III. Si la aceleración de un móvil es constante; entonces, necesariamente su velocidad no es constante.

    a) Ninguna b) Sólo II c) II y III
    d) Sólo III e) Todas

39. Señale las afirmaciones correctas:
    I. No existe reposo absoluto, sino reposo relativo.
    II. En el MRUV, la aceleración varía de acuerdo con el transcurso del tiempo.
    III. Para que exista aceleración, necesariamente debe haber variación de la velocidad.

    a) I y III b) I y II c) II y III
    d) Sólo III e) Todas

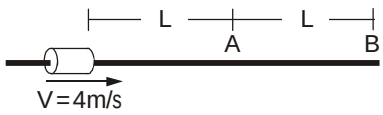
40. Un móvil triplica su rapidez luego de recorrer 200 m, empleando 10 segundos. ¿Cuál es la aceleración constante que posee?

    a) 5 m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 3 m/s^2
    d) 2 m/s^2 e) 10 m/s^2

41. Un auto parte del reposo en el instante t = 0 s, con una aceleración constante de 8 m/s^2. ¿Qué distancia recorre el móvil entre los instantes $t_1 = 3$ s y $t_2 = 5$ s?

    a) 64 m b) 36 m c) 100 m
    d) 16 m e) 40 m

42. Si la arandela de 4 kg es lanzada con V = 4 m/s, deslizando por una tubería horizontal como se indica, determinar la posición que logra alcanzar la arandela finalmente; la cual experimenta una aceleración retardatriz constante de (4/L) m/s^2.



    a) Llega hasta el punto A.
    b) Llega hasta el punto B.
    c) Llega más allá de B.
    d) No llega el punto A.
    e) Llega a un punto entre A y B.

43. Un automovilista viaja a 20 m/s cuando observa que un semáforo a 330 m delante de él cambia a rojo. El semáforo está programado para estar con luz roja por 22 s. Si el automovilista desea pasar por el semáforo sin detenerse, justamente cuando éste cambia a verde otra vez. Determine la rapidez del automóvil al pasar el semáforo, si su retardación fue constante.

    a) 15 m/s b) 5 m/s c) 10 m/s
    d) 8 m/s e) 7,5 m/s

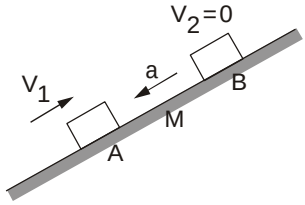
44. Un móvil con MRUV parte del reposo y recorre 8 m en los dos segundos iniciales. Entonces, en el primer segundo su recorrido fue:

    a) 4 m b) Más de 4 m
    c) 2 m d) Menos de 1 m
    e) Mayor o igual a 3 m

45. Un móvil partiendo del reposo, recorre una trayectoria rectilínea de 25 m de longitud, durante los primeros 4 s acelera uniformemente y luego, mantiene constante su velocidad completando su trayectoria en un tiempo total de 16 s. ¿Cuál fue la aceleración en los primeros cuatro segundos?

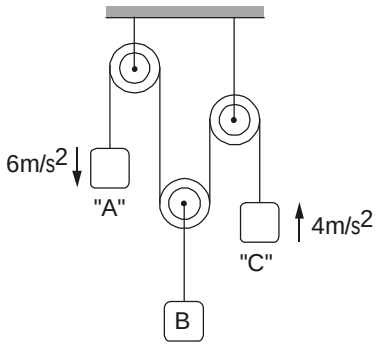
    a) 0,50 m/s^2 b) 0,75 m/s^2 c) 2,00 m/s^2
    d) 0,44 m/s^2 e) 0,89 m/s^2

46. El móvil describe un movimiento de ida y vuelta recorriendo AB y BA. Con aceleración constante (a). Al subir pasa por "M" con 8 m/s, al bajar pasa por "M" con:



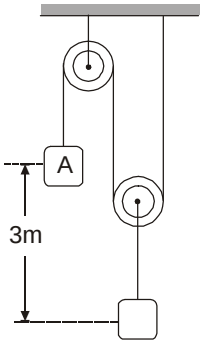
    a) 8 m/s
    b) 9 m/s
    c) 6 m/s
    d) Rapidez mayor que 8 m/s
    e) Rapidez mayor que 9 m/s

47. Se muestra el instante en que es soltado el sistema. Determine la distancia que recorre el bloque B en el primer segundo de su movimiento. Considere poleas lisas y los bloques experimentan MRUV. (No existe deslizamiento entre las poleas y la cuerda)



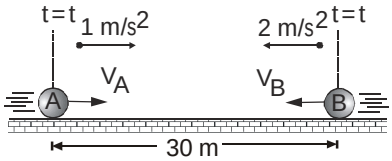
    a) 0,5 m hacia arriba. b) 0,5 m hacia abajo.
    c) 1 m hacia arriba. d) 1 m hacia abajo.
    e) No se mueve.

48. Determine el módulo de la aceleración del bloque A si los bloques se cruzan luego 1 s a partir de la posición mostrada. Considere que los bloques realizan MRUV. $m_A > m_B$.



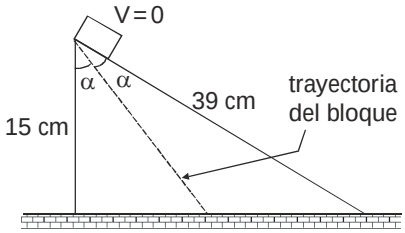
a) 2 m/s^2 b) 3 m/s^2 c) 4 m/s^2
d) 5 m/s^2 e) 6 m/s^2

49. Dos esferas "A" y "B" inician su movimiento describiendo MRUV de tal forma que A sale 3 s después de B. Si a partir del instante mostrado las esferas demoran 2 s en chocar, determine "V_A" y "V_B".



a) V_A = 5 m/s; V_B = 8 m/s^2.
b) V_A = 4 m/s; V_B = 7 m/s.
c) V_A = 5 m/s; V_B = 7 m/s.
d) V_A = 8 m/s; V_B = 4 m/s.
e) V_A = 2 m/s; V_B = 10 m/s.

50. Se muestra el instante en que es soltado el bloque. Si demora 0,2 s en caer al suelo, determine la aceleración de la cuña lisa.



a) 12 m/s b) 13 m/s c) 10 m/s
d) 8 m/s e) 7 m/s

51. Si un auto debe desplazarse en un tiempo mínimo desde A hasta B, con una máxima aceleración de 10 m/s^2 de magnitud y una rapidez máxima de 40 m/s. Hallar el tiempo d_{AB} = 160 m.

a) 4 s b) 5 s c) 6 s
d) 7 s e) 8 s

52. Dos trenes de 200 y 400 m de longitud avanzan en vías paralelas con direcciones opuestas y cuando se encuentran sus rapideces son de 12 y 18 m/s, si sus aceleraciones son iguales a 3 m/s^2 respectivamente. Hallar el tiempo que demoran en cruzarse completamente.

a) 5 s b) 10 s c) 15 s
d) 20 s e) 25 s

53. Un cuerpo se mueve durante 3 s con movimiento uniformemente variado recorriendo 81m, cesa entonces la aceleración y durante 3 s recorre 72 m con movimiento uniforme. Calcular la aceleración del móvil. (El movimiento es sobre una superficie horizontal).

a) $-3\vec{i}$ m/s^2 b) 1 m/s^2 c) $-2\vec{i}$ m/s^2
d) $2\vec{i}$ m/s^2 e) -1 m/s^2

54. Un tren completa un viaje de 5 km entre 2 estaciones A y B en 10 min. Parte del reposo en A y viaja con una aceleración uniforme "a" hasta que alcanza la rapidez de 40 km/h. Esta rapidez se mantiene, después de lo cual se aplican los frenos los cuales provocan una retardación "3a" quedando en reposo en B. Determine el tiempo empleado en la retardación.

a) 2 min b) 2,75 min c) 1,25 min
d) 3,75 min e) 3 min

55. La máxima aceleración de un cuerpo es de 2 m/s^2 y la máxima retardación posible es de 8 m/s^2. Calcular el menor tiempo en el cual puede recorrer 2 km, si parte del reposo y queda en reposo al final del recorrido.

a) 30 s b) 50 s c) 20 s
d) 40 s e) 10 s

56. Un tren, al arrancar, va con un movimiento uniformemente acelerado y adquiere una rapidez de 60 km/h en 5 min. Después de marchar con esta rapidez durante cierto tiempo, se aplican los frenos y se detiene en 4 min con una aceleración uniforme. Hallar el tiempo total suponiendo que la distancia recorrida es 10 km.

a) 20 min b) 14,5 min c) 22,5 min
d) 17,5 min e) 21 min

57. Un móvil avanza en línea recta con una rapidez de 50 m/s y frena uniformemente. Si durante el último segundo de recorrido avanza 5 metros, durante el tercer segundo de su frenado recorre:

a) 5 m b) 10 m c) 15 m
d) 20 m e) 25 m

58. Para todo cuerpo con movimiento rectilíneo uniformemente variado, no se cumple que:

a) La aceleración es constante.
b) En tiempos iguales recorre distancias iguales.
c) Siempre recorre distancias diferentes para dos intervalos sucesivos de igual tiempo.
d) Puede ir y venir con aceleración constante.
e) No siempre la velocidad tiene la misma dirección.

59. Un móvil viaja de "A" hacia "B" distante "L" metros en línea recta; parte del reposo con aceleración constante "a". En el mismo instante, sale otro móvil de "B" hacia "A" con rapidez constante "V". ¿Cuál es el valor de "V" para que ambos móviles se crucen a la mitad de la distancia entre A y B?

a) $V = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{a}}$ b) $V = \sqrt{aL}$ c) $V = \frac{\sqrt{aL}}{4}$

d) $V = \frac{\sqrt{aL}}{2}$ e) $V = \frac{\sqrt{aL}}{2}$

60. Dos móviles van juntos por una carretera con rapidez constante. En un momento "t", el móvil "A" desacelera a razón de 10 m/s^2 y el móvil "B" acelera a razón de 10 m/s^2. Señale usted las alternativas verdaderas:

I. Ambos recorren igual distancia hasta que "A" se detiene.
II. Si cuando "A" se detiene, empieza a acelerarse con +10 m/s^2, la distancia con "B" se mantiene constante desde ese instante.
III. Si A vuelve a caminar con a = +100 m/s^2 en algún momento alcanzará a B.

a) Sólo III b) Sólo II c) Sólo I
d) Todas e) Ninguna

Claves

01.	b
02.	e
03.	e
04.	c
05.	d
06.	b
07.	b
08.	e
09.	e
10.	d
11.	b
12.	d
13.	a
14.	c
15.	c
16.	c
17.	a
18.	d
19.	b
20.	c
21.	a
22.	b
23.	d
24.	e
25.	b
26.	e
27.	e
28.	b
29.	b
30.	b

31.	e
32.	b
33.	c
34.	c
35.	a
36.	e
37.	b
38.	d
39.	a
40.	d
41.	a
42.	b
43.	c
44.	c
45.	d
46.	a
47.	a
48.	c
49.	e
50.	b
51.	c
52.	b
53.	c
54.	c
55.	b
56.	b
57.	e
58.	b
59.	d
60.	a

Capítulo

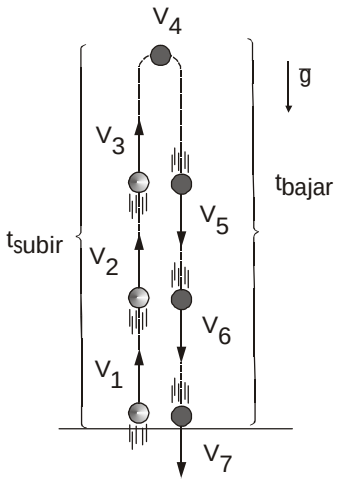
4 CAÍDA LIBRE

CARACTERÍSTICAS

La caída de los cuerpos se ha estudiado con gran precisión

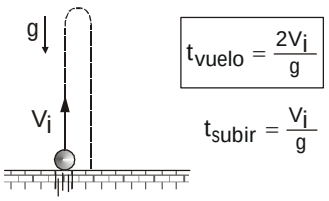
* Si puede ignorarse el efecto del aire, Galileo está en lo cierto; todos los cuerpos en un lugar específico caen con la misma aceleración, sea cual sea su tamaño o peso.
* Si la distancia de caída es pequeña en comparación con el radio terrestre, la aceleración es constante.

CAÍDA LIBRE VERTICAL



* $t_{subir} = t_{bajar}$ (tiempo)
* $\vec{V}_1 \neq \vec{V}_7$; $\vec{V}_2 \neq \vec{V}_6$; $\vec{V}_3 \neq \vec{V}_5$ (velocidad)
  $V_1 = V_7$; $V_2 = V_6$; $V_3 = V_5$ (rapidez)
* $V_4 = 0$ (altura máxima)

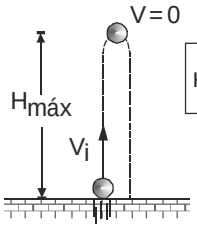
TIEMPO DE VUELO



$$t_{vuelo} = \frac{2V_i}{g}$$

$$t_{subir} = \frac{V_i}{g}$$

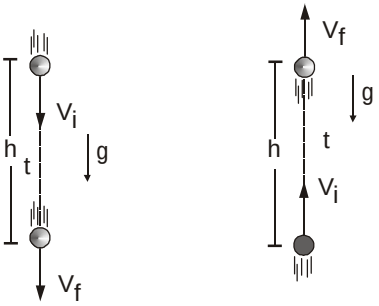
ALTURA MÁXIMA



$$H_{máx} = \frac{V_i^2}{2g}$$

ECUACIONES DE LA CAÍDA LIBRE

ECUACIONES ESCALARES



Baja (+) Sube (-)

$$h = V_i t \pm \frac{1}{2} g t^2$$

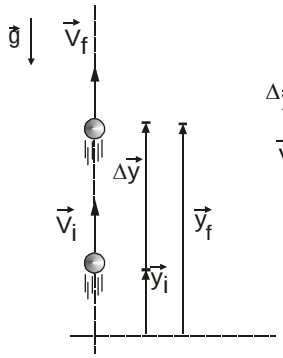
$$V_f = V_i \pm g t$$

$$V_f^2 = V_i^2 \pm 2 g h$$

$$\frac{h}{t} = \frac{V_i + V_f}{2}$$

$$h_{n^\circ} = V_i + \frac{1}{2}(2n - 1)$$

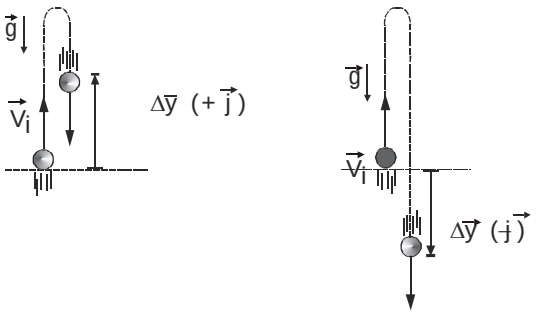
ECUACIONES VECTORIALES



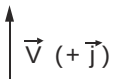
$$\Delta\vec{y} = \vec{V}_i t + \frac{1}{2}\vec{g} t^2$$

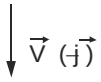
$$\vec{V}_f = \vec{V}_i + \vec{g} t$$

Desplazamiento vertical



Velocidad



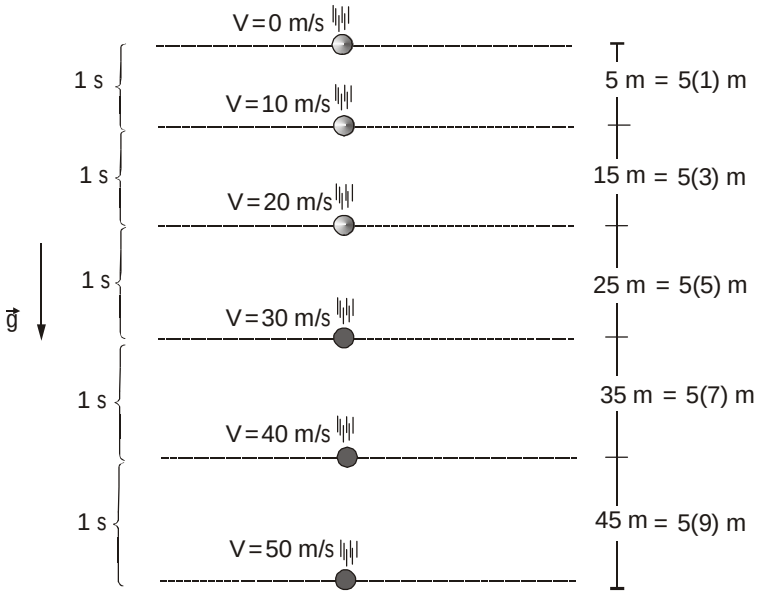


Aceleración

NÚMEROS DE GALILEO

Lo que es notable en el caso de Galileo es que avanzó mucho más que las observaciones cualitativas o semicuantitativas de sus predecesores, y pudo describir el movimiento de los cuerpos con bastante detalle matemático.

Para un cuerpo que cae desde el reposo, las distancias recorridas durante intervalos iguales de tiempo, se relacionan entre sí de la misma forma que los números impares comenzado por la unidad.



Esta relación es válida para $g = 10 m/s^2$.

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Desde la superficie terrestre, se lanza verticalmente hacia arriba una piedra y regresa a tierra en 2 s. Hallar su altura máxima. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 2 m b) 5 m c) 10 m
d) 20 m e) 50 m

02. Desde el piso, se impulsa hacia arriba una partícula y se pide determinar cuánto asciende durante los dos últimos segundos de su ascenso. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 10 m b) 12 m c) 15 m
d) 20 m e) 25 m

03. Se suelta una piedra y llega a tierra en 6 s. Si se considera que $g = 10\ m/s^2$; entonces, la piedra fue soltada desde una altura de:

a) 60 m b) 120 m c) 150 m
d) 180 m e) 240 m

04. Un cuerpo es soltado desde una altura de 180 m. Halle su velocidad cuando llega a tierra y el tiempo empleado. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 100 m/s, 4 s b) 80 m/s, 5 s
c) 60 m/s; 6 s d) 55 m/s, 6 s
e) 45 m/s, 7 s

05. Un jugador de fútbol pateó una pelota verticalmente hacia arriba con una rapidez de 20 m/s. ¿Cuántos segundos tardará la pelota en regresar al nivel de lanzamiento? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 2 s b) 3 s c) 4 s
d) 6 s e) 8 s

06. Se dispara un cuerpo verticalmente hacia arriba con una rapidez de 48 m/s. ¿Cuánto tiempo tardará dicho cuerpo en regresar al nivel de lanzamiento? ($g = 10\ m/s^2$)

a) 9,4 s b) 9,8 s c) 9,6 s
d) 4,8 s e) 4,9 s

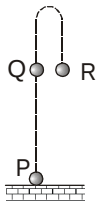
07. Una partícula es lanzada verticalmente hacia arriba con una rapidez de 30 m/s. Halle después de qué tiempo y a qué altura se encontrará respecto al nivel de lanzamiento cuando esté descendiendo con una rapidez de 20 m/s. ($g = 10\ m/s^2$)

a) 1 s; 5 m b) 6 s; 45 m c) 5 s; 25 m
d) 4 s; 20 m e) 3 s; 50 m

08. Un cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba desde la superficie terrestre con una rapidez de 40 m/s. Hallar después de qué tiempo y a qué altura se encuentra cuando su rapidez sea de 10 m/s hacia abajo. ($g = 10\ m/s^2$).

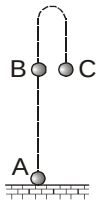
a) 10 s; 20 m b) 5 s; 75 m
c) 5 s; 200 m d) 10 s; 75 m
e) 8 s; 120 m

09. Una partícula es lanzada desde P con una velocidad de 60 m/s, si tarda 10 s en llegar al punto R. ¿Qué tiempo emplea en pasar de P a Q? ($g = 10\ m/s^2$).



a) 5 s b) 4 s c) 3 s
d) 2 s e) 1 s

10. Una partícula es lanzada desde el punto "A"; si tarda 11 s en llegar al punto "C", por el que pasa con una rapidez de 30 m/s, ¿Qué tiempo emplea para ir de "A" a "B"? ($g = 10\ m/s^2$)



a) 5 s b) 6 s c) 7 s
d) 8 s e) 9 s

11. Un objeto es lanzado verticalmente hacia arriba de la azotea de un edificio con una rapidez de 30 m/s. Si el objeto demora 8 s en llegar al suelo, hallar la altura del edificio. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 80 m b) 90 m c) 100 m
d) 70 m e) 60 m

12. Un proyectil es arrojado verticalmente para arriba con una rapidez de 40 m/s. ¿A qué altura del nivel de lanzamiento se encontrará después de 6 s de la partida?. ($g = 10 m/s^2$).

a) 100 m b) 80 m c) 60 m
d) 55 m e) 45 m

13. Un móvil es lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad de 40 m/s. ¿Después de qué tiempo del lanzamiento se encuentra a una altura de 75 m? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 2 s y 4 s b) 3 s y 5 s c) 3 s y 6 s
d) 5 s y 8 s e) 5 s y 15 s

14. Un cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba con una rapidez de 50 m/s. ¿Después de qué tiempo del lanzamiento se encuentra a una altura de 105 m? ($g=10\ m/s^2$)

a) 2 s y 6 s b) 1 s y 5 s c) 3 s y 7 s
d) 2 s y 5 s e) 4 s y 7 s

15. La aceleración de la gravedad en la superficie lunar es de 1,6 m/s^2. Si un objeto se deja caer en la superficie de la luna, halle su velocidad luego de 5 s.

a) 16 m/s b) 12 m/s c) 8 m/s
d) 10 m/s e) 15 m/s

16. Una piedra es lanzada verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 10 m/s desde la superficie lunar. La piedra permanece en movimiento durante 12 s hasta regresar a su nivel de lanzamiento. Halle la altura máxima alcanzada.

a) 30 m b) 40 m c) 180 m
d) 60 m e) 31,5 m

17. Desde una altura de 80 m se suelta una piedra y desciende en caída libre. Simultáneamente, desde el piso, se impulsa verticalmente hacia arriba otra piedra y chocan en el instante en que ambas tienen igual rapidez. ¿Cuál fue la velocidad de lanzamiento de la segunda piedra? ($g=10\ m/s^2$).

a) 20 m/s b) 30 m/s c) 40 m/s
d) 50 m/s e) 60 m/s

18. Desde el piso se lanzan verticalmente partículas con un intervalo de tiempo de 2 s y a 40 m/s dirigidos hacia arriba. ¿Qué distancia separa a la primera de la segunda en el instante que se lanza la tercera? ($g=10\ m/s^2$).

a) 20 m b) 40 m c) 60 m
d) 10 m e) 30 m

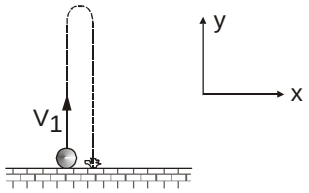
19. Un cohete parte del reposo y sus propulsores le imprimen una aceleración neta de $5m/s^2$ durante 8s. Si en ese instante se acaba el combustible, halle hasta qué altura se elevó el cohete. ($g=10m/s^2$).

a) 240 m b) 120 m c) 80 m
d) 160 m e) 300 m

20. Un paracaidista salta de un helicóptero estacionario en el aire y cae libremente sin contar la fricción del aire, 500 m; luego abre su paracaídas y experimenta una desaceleración neta de 2 m/s^2 y llega al suelo con una rapidez de 4 m/s. ¿De qué altura saltó el paracaidista? ($g=10\ m/s^2$).

a) 2800 m b) 2596 m c) 2796 m
d) 2496 m e) 2996 m

21. Se lanza a un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad V_1, empleando un tiempo t_1 en alcanzar su máxima altura y llegando a tierra habiendo transcurrido un tiempo t_2. Luego, es correcto afirmar que el cuerpo. ...



I. Entre 0 y t_1 , su aceleración es positiva.
II. Entre t_1 y t_2 , su rapidez crece.
III. Se mueve en la dirección +y.
IV. Entre t_1 y t_2 , su aceleración es positiva.

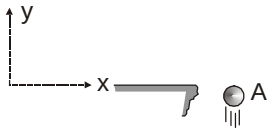
a) Sólo I b) I y II c) Todas
d) Sólo II e) Ninguna

22. Cuando el cronómetro marca 5,6 s; desde lo alto de un edificio se lanza verticalmente hacia arriba una esferita con una velocidad inicial de 8 m/s y llega al piso cuando el cronómetro marca 12,2 s. Considerando que sólo actúa la gravedad $g=10\ m/s^2$. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta para un cierto sistema de referencia?

I. Mientras sube la ecuación de movimiento es: $y=8t-5t^2$ y mientras baja: $y=8t+5t^2$.
II. Durante todo el movimiento la velocidad es: $V=8-10t$.
III. La posición es: $y=165+8t-5t^2$.

a) Sólo I b) I y II c) Sólo II
d) Sólo III e) II y III

23. La ecuación de movimiento de un proyectil lanzado verticalmente desde el punto "A" cercano a tierra es: $y_{(t)}=-10+40t-5t^2$. ¿Cuál es la altura alcanzada con respecto al nivel de referencia?

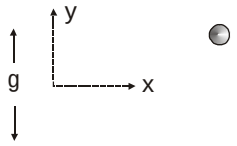


a) 70 m b) 90 m c) 60 m
d) 80 m e) 50 m

24. Considerando las unidades del sistema internacional, la ecuación de posición del movimiento de una partícula en caída libre es: $y=5t^2-12t+23$. Expresar la ecuación de su velocidad.

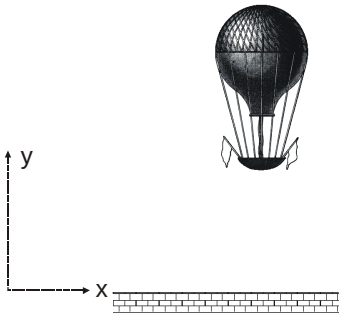
a) $V=5t^2-12t$ b) $V=5t-12$
c) $V=t-12$ d) $V=10t+12$
e) $V=10t-12$

25. Se realiza un experimento en un lugar donde la dirección vertical de la aceleración de la gravedad, ($g = 10\ m/s^2$) cambia cada 5 s. Con la gravedad, orientada hacia abajo, se suelta una esferita desde y = 8 m. ¿Cuál es la posición y (en m) de la esferita 9 s después de iniciado su movimiento?



a) -125 m b) -117 m c) -167 m
d) -317 m e) -237 m

26. Un globo aerostático se encuentra ascendiendo con velocidad constante de 6 m/s. Cuando el globo se encuentra a 40 m sobre el suelo, se suelta de él un objeto. Asumiendo que sólo actúa la gravedad, ¿Cuál de las siguientes ecuaciones representa el movimiento del objeto, respecto a un observador de tierra, a partir del momento en que fue soltado?



a) $y = 40t - \frac{g}{2}t^2$ b) $y = 6t + \frac{g}{2}t^2$

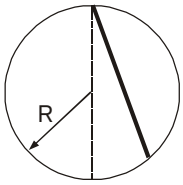
c) $x = 40 - 6t - \frac{g}{2}t^2$ d) $x = 40 + 6t - \frac{g}{2}t^2$

e) $y = 40 + 6t - \frac{g}{2}t^2$

27. Del problema anterior; determine, aproximadamente, el tiempo de vuelo, hasta que el objeto impacta en tierra.
($g = 10\ m/s^2$).

a) 3,4 s b) 6,4 s c) 1,4 s
d) 8,4 s e) 7,4 s

28. ¿Cuánto tiempo emplearía en llegar al recinto circunferencial una esferita dejada libre en la boca del tubo liso?



a) R/g b) $\sqrt{R/g}$ c) $\sqrt{2R/g}$
d) $2\sqrt{R/g}$ e) $4\sqrt{R/g}$

29. Se tienen tres puntos equidistantes A, B y C, ubicados en la misma vertical ("A" sobre "B" y éste sobre "C"). Simultáneamente, se deja caer un objeto desde "A" y se lanza otro desde "C", verticalmente, hacia arriba con una velocidad "V", encontrándose ambos en "B". Hallar el tiempo que transcurrió para el encuentro.

a) 2 Vg b) V/g c) V/2g
d) $V^2/2g$ e) $\sqrt{2V/g}$

30. Un globo aerostático se encuentra descendiendo con una velocidad constante de 4m/s. Un paracaidista ubicado en el globo lanza una piedra verticalmente hacia abajo con una velocidad de 16 m/s, tardando 6 s en llegar a tierra.
¿Cuál de las siguientes ecuaciones representa el movimiento de la piedra, respecto a un observador de tierra, a partir del momento en que fue lanzado?

a) $y = 16t - 5t^2$ b) $y = 20 - 5t^2$
c) $y = 60 - 16t + 5t^2$ d) $y = 300 - 16t + 5t^2$
e) $y = 300 - 20t - 5t^2$

31. Del problema anterior; determine, aproximadamente, la altura desde la cual fue lanzada la piedra.

a) 20 m b) 60 m c) 300 m
d) 240 m e) 120 m

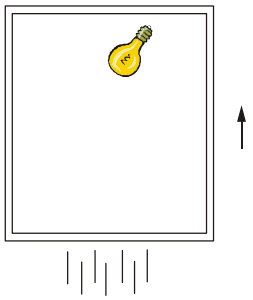
32. Desde lo alto de una torre se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo con una velocidad de 30 m/s.
($g = 10\ m/s^2$).
¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta para un cierto sistema de referencia?
I. La posición es: $y(t) = 40 + 30t - 5t^2$
II. Durante todo el movimiento la velocidad es: $V = 40 - 5t$
III. La ecuación de la aceleración es: $a = -10t$.

a) Sólo I b) I y II c) Sólo II
d) Sólo III e) Ninguna

33. Considerando las unidades del sistema internacional, la ecuación de posición de una partícula en caída libre es: $y = 5t^2 - 8t + 7$. Expresar la ecuación de su aceleración.

a) $a = 10t$ b) $a = 10t - 8$ c) $a = -10 + t$
d) $a = -10$ e) $a = 10$

34. Un ascensor sube verticalmente con una velocidad de 72 km/h. Si del techo se desprende un foco. ¿Qué tiempo tarda en llegar al suelo, si la altura del ascensor es de 2 m?. ($g=10\ m/s^2$).



a) $\frac{2}{5}\sqrt{10}$ s b) $2\sqrt{5}$ c) $\sqrt{10}$
d) $\frac{5}{9}\sqrt{10}$ e) $\frac{\sqrt{10}}{5}$

35. Un día se observó que el agua goteaba de un caño en intervalos de tiempos iguales. Cuando la segunda gota comenzaba a caer, la primera gota había descendido 1 m. ¿Qué distancia habrá recorrido la primera gota durante el tiempo en el cuál la separación entre la primera y la segunda gota aumentó a 3 m?
($g=10\ m/s^2$).

a) 2 m b) 3 m c) 4 m
d) 5 m e) 8 m

36. Un globo aerostático se mueve verticalmente hacia abajo con una velocidad de 20 m/s; el piloto lanza en cierto instante una manzana con rapidez de 35 m/s hacia arriba respecto de su mano. ¿Qué aceleración retardatriz se debe imprimir al globo para detenerse justo cuando vuelve a pasar frente a él la manzana? ($g=10\ m/s^2$).

a) $4\ m/s^2$ b) $6\ m/s^2$ c) $8\ m/s^2$
d) $10\ m/s^2$ e) $3\ m/s^2$

217. Un proyectil se arroja verticalmente hacia arriba alcanzando una velocidad de 10 m/s al llegar a la mitad de su altura máxima. Halle la velocidad con la cual se lanzó.
($g=10\ m/s^2$).

a) 14,1 m/s b) 24,2 m/s^2 c) 7,0 m/s^2
d) 2,4 m/s^2 e) 10,0 m/s^2

38. Un observador ubicado a 35 m de altura ve pasar un objeto verticalmente hacia arriba y 6 s después, lo ve de regreso. Halle la velocidad con la cual fue lanzado el cuerpo desde el piso. ($g=10\ m/s^2$).

a) 10 m/s b) 20 m/s c) 30 m/s
d) 40 m/s e) 50 m/s

39. ¿Desde qué altura debe dejarse caer un cuerpo, para que durante los últimos 5 s recorra los 7/16 de dicha altura?
($g=10\ m/s^2$).

a) 1000 m b) 2000 m c) 1200 m
d) 2560 m e) 1480 m

40. Un astronauta en la Luna, lanzó un objeto verticalmente hacia arriba, con una velocidad inicial de 8 m/s. El objeto tardó 5 s en alcanzar el punto más alto de su trayectoria. La altura máxima que logró fue:

a) 20 m b) 10 m c) 32 m
d) 16 m e) 56 m

41. Se lanza un objeto verticalmente hacia arriba del borde de un precipicio con una velocidad de 20 m/s. ¿Después de cuánto tiempo su rapidez será de 50 m/s?
($g=10\ m/s^2$).

a) 3 s b) 4 s c) 5 s
d) 6 s e) 7 s

42. Un objeto se lanzó verticalmente hacia arriba. Determine la altura máxima y el tiempo que está en movimiento, si su posición a los 4 s y 10 s es tal que no existe desplazamiento entre dichas posiciones.
($g=10\ m/s^2$).

a) 7 s; 490 m b) 14 s; 490 m
c) 7 s; 245 m d) 12 s; 180 m
e) 14 s; 245 m

43. En el planeta MK-54 de la constelación de la Osa Menor se deja caer una piedra desde cierta altura y se observa que en un segundo determinado recorre 26 m y en el siguiente segundo 32 m. Halle el valor de la aceleración de la gravedad en dicho planeta en m/s^2.

a) 6 b) 12 c) 10
d) 8 e) 4

44. Un cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba desde la superficie terrestre, a los 5 s de ser lanzado llega a una altura "h", de manera que al ascender 25 m más, sólo le falta 2 s para alcanzar su altura máxima. Halle "h". ($g=10\ m/s^2$).

a) 275 m b) 125 m c) 175 m
d) 375 m e) 385 m

45. Un globo aerostático asciende verticalmente con una velocidad de 22 m/s y cuando se encuentra a una altura de 1120 m, se lanza del globo una piedra verticalmente hacia abajo con una velocidad de 12 m/s. ¿Qué tiempo tarda la piedra en llegar al suelo? ($g=10\ m/s^2$).

a) 30 s b) 24 s c) 20 s
d) 18 s e) 16 s

46. Un auto parte del reposo y acelera con 5 m/s^2 a 10 m de un edificio de 28 m de altura; al mismo tiempo, Jorge, que se encuentra en la parte superior del edificio, lanza verticalmente hacia abajo una piedra con una rapidez inicial V_o. Si la piedra impacta en el auto, halle V_o. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 2 m/s b) 1 m/s c) 6 m/s
d) 4 m/s e) 5 m/s

47. Una maceta se deja caer desde la azotea de un edificio de 45 m de altura. Halle la altura recorrida por la maceta en el último segundo de su caída. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 5 m b) 25 m c) 35 m
d) 22,5 m e) 20 m

48. Un cuerpo se deja caer desde cierta altura "H" y en el último segundo de su caída, recorre la mitad de dicha altura. Halle qué tiempo duró su caída. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 3,0 s b) 2,0 s c) 4,0 s
d) 1,2 s e) 3,4 s

49. Desde el piso se lanza una partícula hacia arriba con una rapidez de $10\sqrt{3}\ m/s$. Halle su rapidez cuando la partícula alcance la cuarta parte de su altura máxima. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 10 m/s b) 15 m/s c) 20 m/s
d) 25 m/s e) 30 m/s

50. Una pelota cae verticalmente al piso y, al rebotar, alcanza una altura igual a la mitad de la altura inicial. Si su velocidad, justo antes del choque, es de 20 m/s. Halle su velocidad después del impacto. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 20 m/s b) 10 m/s c) 14,1 m/s
d) 28,2 m/s e) 40 m/s

51. Una pelota cae verticalmente desde una altura de 80 m y, al chocar con el piso, se eleva con una velocidad que es 3/4 de la velocidad anterior al impacto. Halle la altura alcanzada después del choque. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 45 m b) 48 m c) 60 m
d) 46 m e) 52 m

52. Dos cuerpos inician una caída libre partiendo del reposo y desde la misma altura con un intervalo de 1 s. ¿Cuánto tiempo después de que empieza a caer el primer cuerpo estarán éstos separados por una distancia de 10 m? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 1,8 s b) 2,5 s c) 1,2 s
d) 1,4 s e) 1,5 s

53. El marco superior de una ventana de 8,25 m de altura se ubica a 9 m del borde de la azotea del edificio. Desde la azotea es lanzada verticalmente hacia abajo, una moneda con una velocidad de 4 m/s. ¿En cuánto tiempo la moneda pasará por toda la ventana? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 1,00 s b) 3,00 s c) 0,50 s
d) 0,75 s e) 1,50 s

54. Desde una misma altura, se deja caer un cuerpo y simultáneamente otro se lanza hacia abajo con una rapidez de 2 m/s. ¿Después de cuántos segundos estarán separados 12 m? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 12 s b) 8 s c) 6 s
d) 4 s e) 2 s

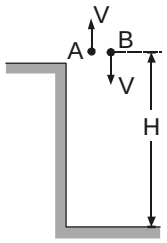
55. Dos cuerpos, uno de los cuales es más pesado que el otro, descienden en caída libre en las proximidades de la superficie terrestre; entonces, podemos afirmar correctamente:
I. La aceleración del cuerpo más pesado es igual a la que adquiere el cuerpo menos pesado.
II. El tiempo de caída del cuerpo más pesado es menor que el del cuerpo liviano.
III. Si la aceleración de la gravedad fuera 4,9 m, los cuerpos lanzados verticalmente hacia arriba alcanzarían mayor altura.

a) Sólo I b) I y II c) I y III
d) Todas e) II y III

56. Marcan verdadero (V) o falso (F):
I. Si un cuerpo lanzado verticalmente desde el piso, tarda "t" segundos en alcanzar su altura máxima; entonces, demora "t/2" en subir la primera mitad de dicha altura.
II. En un movimiento vertical de caída, libre se cumple que en un mismo plano de referencia los vectores velocidad de subida y bajada son iguales.
III. Cuando un cuerpo en caída libre llega al piso, luego de estar quieto, la aceleración de la gravedad se anula.

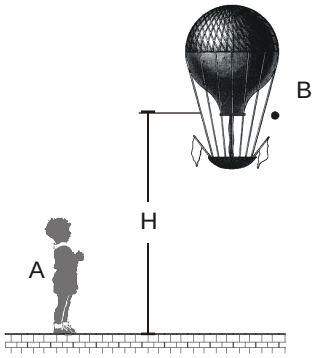
a) VFV b) FFV c) FFF
d) VVF e) VFF

57. Desde la azotea de un edificio de "H" metros de altura, una persona arroja dos objetos "A" y "B", uno hacia arriba y el otro hacia abajo, con velocidades "V" respectivamente, en el mismo instante. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?
I. En el momento que "A" alcanza su altura máxima "B" impacta en el piso.
II. Cuando "A" alcanza su altura máxima, la magnitud de la velocidad relativa de "B" respecto de "A" es 2V.
III. "B" impacta en el piso y luego de "2V/g" segundos impacta "A".



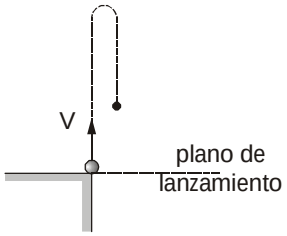
a) Sólo III b) Sólo II c) II y III
d) I y II e) Ninguna

58. Un globo aerostático asciende con rapidez constante de 90 m/s. Cuando se encuentra a una altura "H", se suelta un objeto desde el globo. Indicar las afirmaciones verdaderas:
   I. Para el observador "B", el objeto parte del reposo sin aceleración.
   II. Para el observador "A", el objeto parte con velocidad inicial hacia abajo y con aceleración constante.
   III. En t = 2s, el objeto tiene velocidad diferente de cero para el observador "B".



a) Sólo I b) Sólo II c) I y II
d) Sólo III e) II y III

59. Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con velocidad "V", tal como se muestra. Señale las afirmaciones correctas:
   I. Para ningún instante de tiempo, la velocidad sera "2V" en módulo.
   II. Para el tiempo t = 5V /2g, el móvil se encuentra por debajo del plano de lanzamiento.
   III. Para t = 2V/g la velocidad media del cuerpo es cero.



a) Todas b) Sólo I c) Sólo II
d) II y III e) Sólo III

60. Al lanzar un objeto verticalmente hacia arriba, si duplicamos su velocidad de lanzamiento, la altura máxima que alcanza ...

   a) permanece constante.
   b) se duplica.
   c) se reduce a la mitad.
   d) se cuadruplica.
   e) se triplica.

Claves

01.	b
02.	d
03.	d
04.	c
05.	c
06.	c
07.	c
08.	b
09.	d
10.	a
11.	a
12.	c
13.	b
14.	c
15.	c
16.	a
17.	c
18.	a
19.	a
20.	e
21.	d
22.	e
23.	a
24.	e
25.	e
26.	e
27.	a
28.	d
29.	b
30.	e

31.	c
32.	a
33.	e
34.	e
35.	b
36.	a
37.	a
38.	d
39.	b
40.	a
41.	e
42.	e
43.	a
44.	a
45.	e
46.	d
47.	b
48.	e
49.	b
50.	c
51.	a
52.	e
53.	c
54.	c
55.	c
56.	c
57.	c
58.	d
59.	d
60.	d

Capítulo

5 MOVIMIENTO DE PROYECTILES

MOVIMIENTO BIDIMENSIONAL CON ACELERACIÓN CONSTANTE

Consideramos un movimiento bidimensional durante el cual la aceleración permanece constante.
Es decir supóngase que la magnitud y la dirección de la aceleración permanecen invariables durante el movimiento.

El movimiento bidimensional que tiene aceleración constante es equivalente a dos movimientos independientes en las direcciones x y y con aceleración constante a_x y a_y.

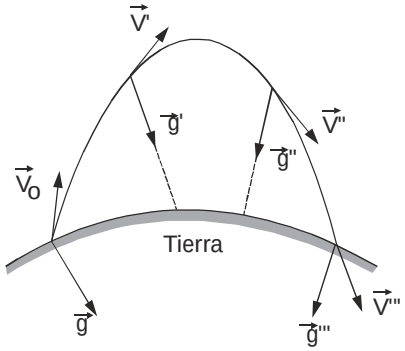
MOVIMIENTO DE PROYECTILES

Un ***proyectil*** es cualquier cuerpo que recibe una velocidad inicial y luego, sigue una trayectoria determinada totalmente por los efectos de la ***aceleración gravitacional*** y la ***resistencia del aire***. Una bola golpeada, un balón lanzado un paquete soltado de un avión y una bala disparada por un rifle son proyectiles. El camino que sigue un proyectil es su ***trayectoria***.
Para analizar este tipo de movimiento, partiremos de un modelo idealizado que representa al proyectil como una partícula y realizamos las siguientes suposiciones:

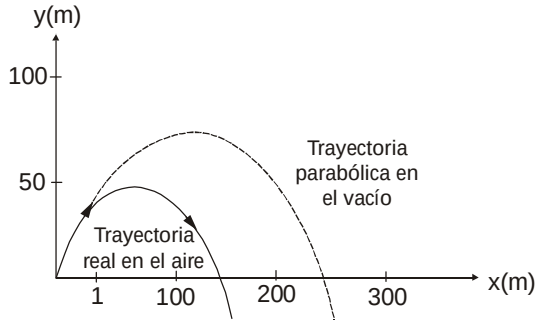
* ***El alcance es suficientemente pequeño como para despreciar la curvatura de la tierra.***
* ***La altura es suficientemente pequeña como para despreciar la variación de la gravedad con la altura. La partícula tiene una aceleración de la gravedad constante en magnitud y dirección. (1*)***
* ***La velocidad inicial tiene un valor suficientemente pequeño como para despreciar la resistencia del aire. (2*)***

CUIDADO ▶ Para un proyectil de largo alcance, tal como el mostrado en la figura, donde todos los vectores ***y*** señalan hacia el centro de la tierra y varían con la altura. La trayectoria es en este caso, un arco de elipse, como se estudiará más adelante.

La trayectoria de un proyectil de largo alcance no es una parábola, sino un arco de ***elipse***.



CUIDADO ▶ Si tenemos en cuenta la resistencia del aire, la trayectoria deja de ser parabólica, como se muestra en la figura y el alcance disminuye.



Efecto de la resistencia del aire en el movimiento de un proyectil.

La figura es una simulación por computador de la trayectoria de una pelota con $V_o = 50$ m/s, $\alpha_o = 53{,}1°$, sin resistencia del aire y con una resistencia proporcional al cuadrado de la rapidez de la pelota.

1* Esta aproximación es razonable siempre que el intervalo de movimiento sea pequeño, comparado con el radio de la tierra ($6{,}4.10^6$ m). En efecto, esta aproximación es equivalente a suponer que la tierra es plana a lo largo del intervalo del movimiento considerado.

2* Por lo general, esta aproximación no se justifica, en especial a altas velocidades. Además, cualquier giro dado a un proyectil, lo que ocurre cuando un lanzador envía una bola curva, puede dar lugar a ciertos efectos muy interesantes asociados con fuerzas aerodinámicas.

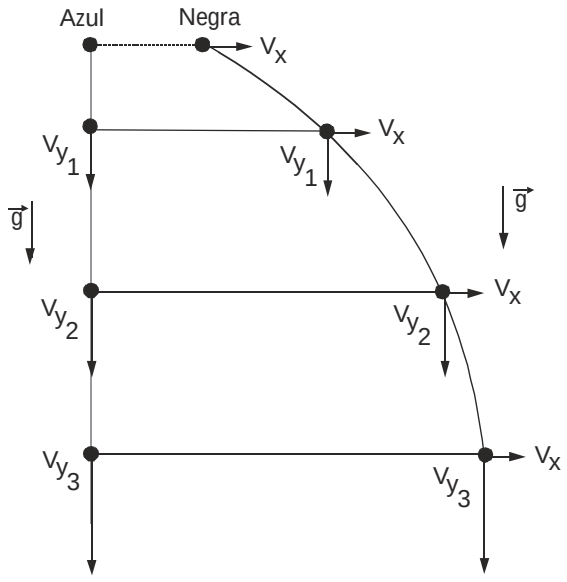
.

Con estas suposiciones, encontramos que la curva que describe un proyectil (partícula), que llamaremos su trayectoria, siempre es una parábola.

INDEPENDENCIA DEL MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

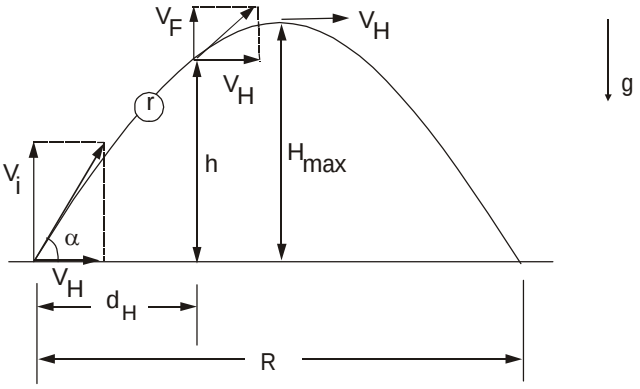
La bola azul se deja caer desde el reposo y la negra se proyecta horizontalmente al mismo tiempo. El esquema es tomado de las imágenes sucesivas de una fotografía estroboscópica, donde muestran estar separadas por intervalos de tiempo iguales. En un instante dado, ambas bolas tienen la misma posición ***y***, velocidad ***y***, y aceleración ***y***, a pesar de tener diferentes posición ***x*** y velocidad ***x***.

Estroboscopio: Dispositivo óptico que permite observar cuerpos dotados de elevada velocidad angular, como si estuvieran inmóviles o poseyendo un movimiento lento, mediante la iluminación con cortos destellos de frecuencia regulable.



◆ ***PROPIEDADES BÁSICAS:***

1. La componente horizontal de la velocidad permanece constante durante todo el movimiento.
2. La componente vertical de la velocidad varía por acción de la aceleración de la gravedad.



* Para el ***movimiento horizontal***:

$$d_H = V_H.t$$

* Para el ***movimiento vertical***:

$$V_f = V_i \pm g\,t$$

$$V_f^2 = V_i^2 \pm 2g\,h$$

$$h = V_i t \pm \frac{1}{2} g\,t^2$$

$$\frac{h}{t} = \frac{V_f + V_i}{2}$$

Fórmulas auxiliares:

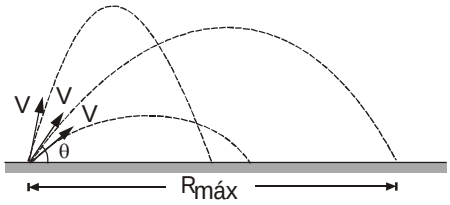
$$t_s = \frac{V_i}{g}$$

$$H_{máx} = \frac{V_i^2}{2g}$$

$$R = \frac{V_0^2 Sen(2\alpha)}{g}$$

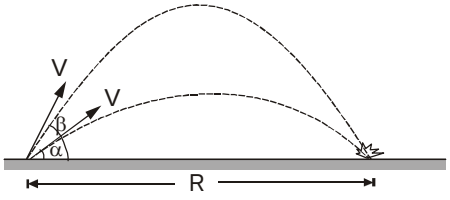
Considere
(+) Sube
(-) Baja

* Para una rapidez fija de lanzamiento, se logra máximo alcance horizontal cuando el ángulo de lanzamiento es de 45°.



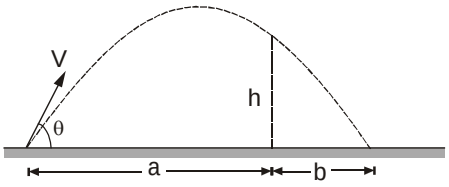
$\theta = 45°$

* Al disparar un proyectil dos veces con la misma rapidez, pero con ángulos de elevación complementarios, se logra igual alcance horizontal.



$\alpha + \beta = 90°$

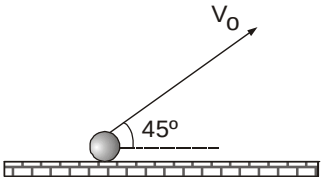
* Podemos determinar θ si conocemos la relación entre ***h***, ***a*** y ***b***.



$$\frac{\text{Tan}\,\theta}{h} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

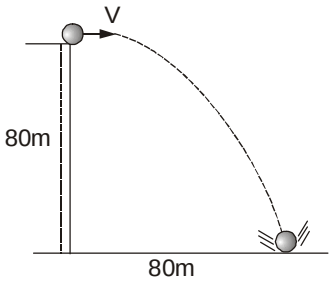
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Calcular la velocidad de lanzamiento V_o si la altura máxima de 45 m. ($g=10\ m/s^2$)



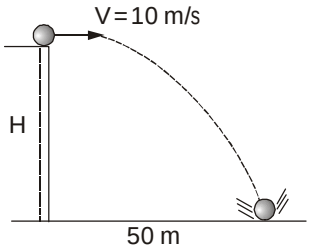
a) 40 m/s b) 30 m/s c) 50 m/s
d) 20 m/s e) $30\sqrt{2}\ m/s$

02. Calcular la velocidad horizontal "V". ($g=10\ m/s^2$)



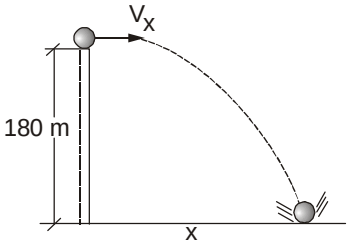
a) 20 m/s b) 10 m/s c) 5 m/s
d) 40 m/s e) 16 m/s

03. Determinar la altura "H"; si V = 10 m/s ($g=10\ m/s^2$).



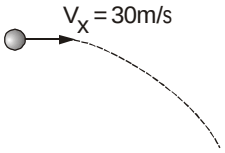
a) 150 m b) 125 m c) 80 m
d) 50 m e) 45 m

04. Encontrar "x" ($g=10\ m/s^2$), $v_x = 20\ m/s$



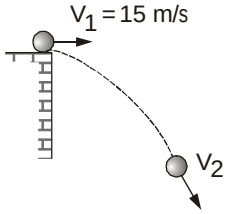
a) 90 m b) 60 m c) 120 m
d) 150 m e) 180 m

05. Calcular la velocidad de la esferita a los 4 s. ($g=10m/s^2$).



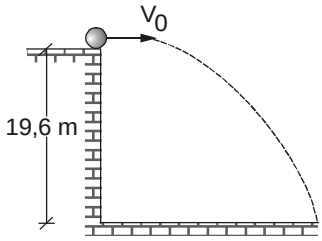
a) 40 m/s b) 30 m/s c) 50 m/s
d) 60 m/s e) 20 m/s

06. Un cuerpo se lanza con una velocidad horizontal de 15 m/s. Hallar su rapidez luego de 2 s. ($g=10\ m/s^2$).



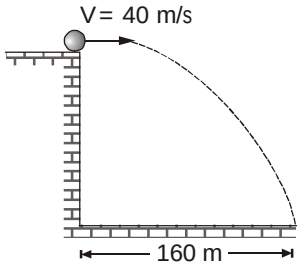
a) 25 m/s b) 30 m/s c) 40 m/s
d) 45 m/s e) 50 m/s

07. Con una rapidez desconocida una partícula abandona la plataforma. ¿En cuánto tiempo tocará el piso?



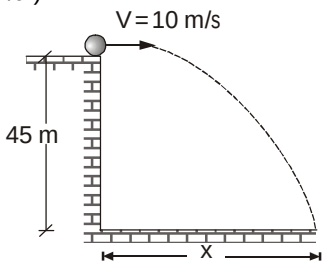
a) 0,5 s b) 1 s c) 2 s
d) 3 s e) 5 s

08. Se lanza un proyectil en forma horizontal desde lo alto de un edificio con una rapidez de 40 m/s. Determine cuánto tiempo duró todo el movimiento.



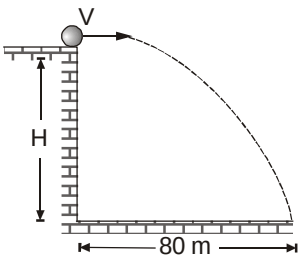
a) 2 s b) 4 s c) 6 s
d) 7 s e) 9 s

09. Un cuerpo se lanza horizontalmente con una rapidez de 10 m/s. Calcular "x".
($g = 10\ m/s^2$).



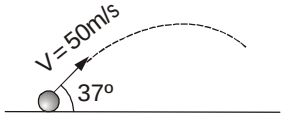
a) 5 m b) 15 m c) 25 m
d) 30 m e) 50 m

10. Hallar H del gráfico, si la componente horizontal de la velocidad, cuando el cuerpo llegó al suelo, es de 20 m/s. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 50 m b) 55 m c) 65 m
d) 70 m e) 80 m

11. Determine el alcance. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 100 m b) 140 m c) 1800 m
d) 2000 m e) 240 m

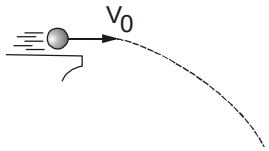
12. Desde la superficie terrestre se lanza un proyectil con una velocidad de 50 m/s formando 53º con la horizontal. Después de qué tiempo su velocidad estará formando 45º con la horizontal. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 1 s b) 0,5 s c) 2 s
d) 2,5 s e) 4 s

13. En el problema anterior. Determine el desplazamiento horizontal para dicho intervalo de tiempo.

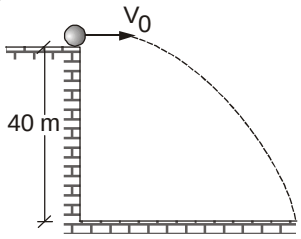
a) 15 m b) 30 m c) 0 m
d) 45 m e) 50 m

14. Un cuerpo se lanza horizontalmente con una velocidad de 30 m/s. ¿Determinar su velocidad al cabo de 4 s y su altura descendida? ($g = 10\ m/s^2$).



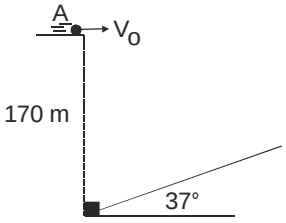
a) 40 m/s; 40 m b) 30 m/s; 45 m
c) 50 m/s; 80 m d) 40 m/s; 125 m
e) 50 m/s; 45 m

15. Un cuerpo se lanza con velocidad V_0 de tal modo que la distancia en el punto "O" sea igual que su altura inicial.
($g = 10\ m/s^2$).
Hallar: V_0



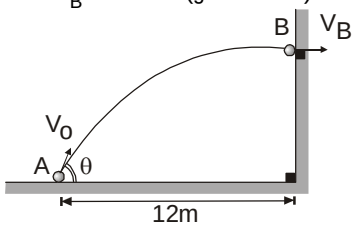
a) 10 m/s b) $10\sqrt{2}$ m/s c) $20\sqrt{2}$ m/s
d) 20 m/s e) 40 m/s

16. Hallar la rapidez V_o con que debe lanzarse horizontalmente un proyectil de la posición A para que este impacte en forma perpendicular en el plano inclinado. ($g = 10\ m/s^2$).



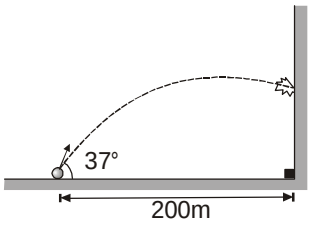
a) 10 m/s b) 15 m/s c) 30 m/s
d) 45 m/s e) 60 m/s

17. Halle el valor de la componente vertical de la velocidad de disparo en "A". Si al impactar en "B", horizontalmente, lo hace con $V_B = 16$ m/s. ($g = 10\ m/s^2$).



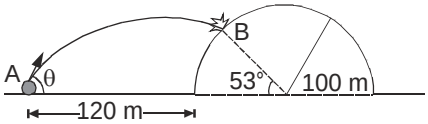
a) 6,0 m/s b) 7,5 m/s c) 8,0 m/s
d) 10,0 m/s e) 16,0 m/s

18. Un proyectil se lanza con una rapidez de 50 m/s. Hallar la velocidad con que impactó en la pared.



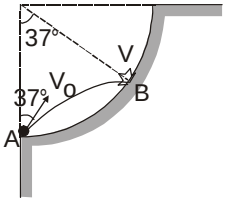
a) 10 m/s b) $10\sqrt{5}$ m/s c) 20 m/s
d) $20\sqrt{5}$ m/s e) 40 m/s

19. Si un proyectil es lanzado de A y llega a B en 4 s, determine el ángulo de lanzamiento θ. ($g=10\ m/s^2$).



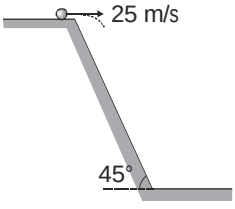
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

20. Determinar la rapidez V_o para que el proyectil llegue al punto B, siendo el radio de la superficie cilíndrica 75 m.
($g=10\ m/s^2$).



a) 10 m/s b) 20 m/s c) 25 m/s
d) 40 m/s e) 50 m/s

21. ¿Desde qué altura se debe lanzar horizontalmente el cuerpo para que caiga a 30 m del pie del plano inclinado?
($g=10\ m/s^2$).

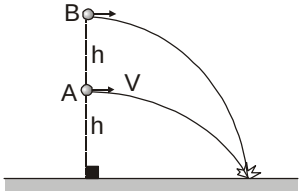


a) 25 m b) 35 m c) 45 m
d) 50 m e) 75 m

22. Desde un mismo punto a 80 m de altura se lanzan horizontalmente dos proyectiles con rapideces de 20 m/s y 30 m/s. Determinar la separación entre los puntos de impacto con el suelo, en metros.
($g=10\ m/s^2$).

a) 20 m b) 40 m c) 60 m
d) 80 m e) 100 m

23. El cuerpo "A" fue lanzado horizontalmente con una rapidez "V". ¿Con qué rapidez se debe lanzar horizontalmente un cuerpo "B" para que tenga el mismo avance horizontal que "A" al llegar a tierra?

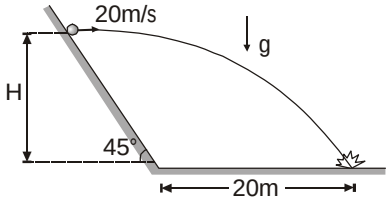


a) V b) $V\sqrt{2}$ c) $V\sqrt{3}$
d) 2V e) $V/\sqrt{2}$

24. Dos esferas salen rodando de la superficie horizontal de una mesa con rapidez de 3 y 8 m/s, cayendo al piso de tal manera que sus velocidades forman ángulos complementarios con el piso. Calcular la altura de la mesa. ($g=10\ m/s^2$).

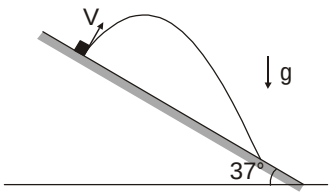
a) 0,6 m b) 1 m c) 1,2 m
d) 1,6 m e) 2 m

25. La partícula se arroja horizontalmente en "A" con 20 m/s y cae a 20 m de la base del plano inclinado. Halle "H", en metros. ($g=10\ m/s^2$).



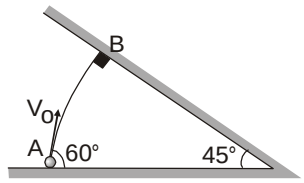
a) 5 m b) 10 m c) 15 m
d) 20 m e) 25 m

26. Se lanza un proyectil tal como muestra la figura. Hallar el tiempo de permanencia en el aire, si V=100 m/s. ($g=10\ m/s^2$).



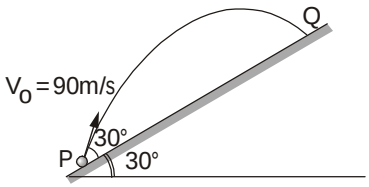
a) 10 s b) 20 s c) 25 s
d) 50 s e) 60 s

27. Un dardo es lanzado de "A" y se incrusta en "B" perpendicularmente a la pared inclinada. Calcular el tiempo que viaja el proyectil, si su rapidez de lanzamiento es $V_o = 10$ m/s. ($g = 10$ m/s^2).



a) 0,556 s b) 0,366 s c) 0,250 s
d) Absurdo e) 0,350 s

28. Se lanza un proyectil con rapidez inicial de 90 m/s, formando un ángulo de inclinación de 60° con la horizontal, contra una plataforma inclinada 30° con respecto a la horizontal. Hallar el alcance PQ en metros. ($g = 10$ m/s^2).

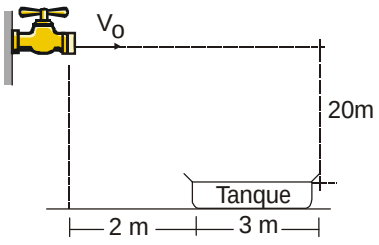


a) 390 b) 450 c) 540
d) 650 e) 440

29. Desde una altura de 45 m sobre el suelo, dos proyectiles "A" y "B" se lanzan en dirección horizontal tal que sus velocidades forman entre sí 90°; siendo la rapidez de cada uno en el lanzamiento 8 m/s y 15 m/s respectivamente. Halle la distancia de separación entre los proyectiles en el momento que "A" llega a tierra. ($g = 10$ m/s^2).

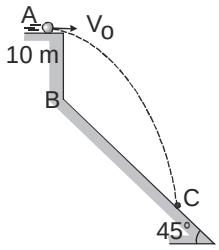
a) 65,9 m b) 95,1 m c) 77m
d) 51 m e) 60 m

30. Por la cañería, sale agua que debe caer al tanque que tiene un ancho de 3 m. Hallar la mínima y máxima velocidad con la que debe salir el agua parar que ésta caiga dentro del tanque. ($g = 10$ m/s^2).



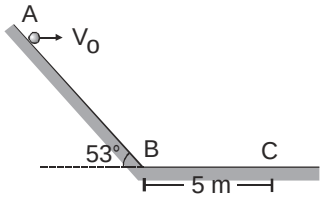
a) 2 y 2,5 m/s b) 1 y 3,0 m/s
c) 1 y 2,5 m/s d) 2 y 3,0 m/s
e) 1 y 3,5 m/s

31. Un proyectil es lanzado horizontalmente con $V_o = 5$ m/s. Determine la distancia BC. ($g = 10$ m/s^2).



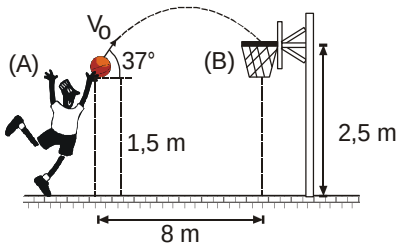
a) 5 m b) $5\sqrt{2}$ m c) 10m
d) $10\sqrt{2}$ m e) 20 m

32. Un cuerpo se lanza horizontalmente del punto A con una velocidad de 10 m/s e impacta en el punto C. Determine la máxima longitud de AB. ($g = 10$ m/s^2).



a) 10 m b) 20 m c) 25 m
d) 40 m e) 50 m

33. En la figura mostrada, determine la rapidez con la que se arroja la pelota en (A) para lograr encestar en (B). ($g = 10$ m/s^2).



a) 7,5 m/s b) 10 m/s c) 12,5 m/s
d) 15 m/s e) 20 m/s

34. La ecuación de la trayectoria que describe un proyectil es: $4y = 4\sqrt{3}x - 5x^2$ en unidades del S.I. Hallar la velocidad en el punto más alto de la trayectoria. ($g = 10$ m/s^2).

a) 1 m/s b) 2 m/s c) 4 m/s
d) 5 m/s e) 8 m/s

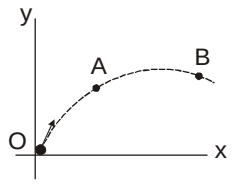
35. La ecuación de la trayectoria que describe un proyectil es:

$$y = x - \frac{x^2}{100}$$

Determine el ángulo de lanzamiento, si fue impulsado del origen de coordenadas.

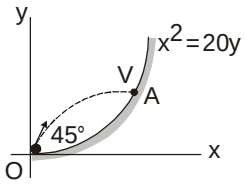
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

36. Si un proyectil es disparado desde O pasa por los puntos A(40;25) y B(160;40). Determine el ángulo de lanzamiento.
($g = 10\ m/s^2$).



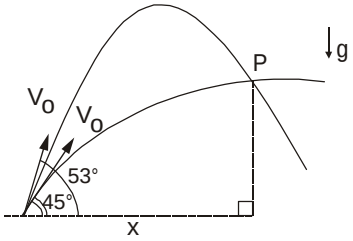
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

37. Si el proyectil que es lanzado en O con $V_o = 10\sqrt{2}$ m/s impacta en A. Determine las coordenadas de dicho punto. ($g = 10\ m/s^2$).



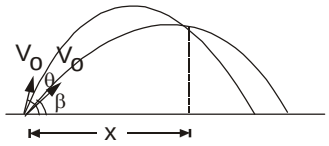
a) (8;4) b) (10;5) c) (16;10)
d) (20;20) e) (40;80)

38. De la boquilla de una manguera salen dos chorros de agua con igual rapidez $V_0 = \sqrt{35}$ m/s, con ángulos de elevación de 45° y 53°, los cuales se cruzan en "P". Hallar la distancia "x". ($g = 10\ m/s^2$).



a) 1 m b) 2 m c) 3 m
d) 4 m e) 5 m

39. De una manguera, brotan chorros de agua bajo los ángulos θ y B respecto al horizonte, con la misma rapidez inicial V_o. ¿A qué distancia con respecto a la horizontal los chorros se intersectan?



a) $x = \frac{2V^2}{g(Tan\theta + Tan\beta)}$

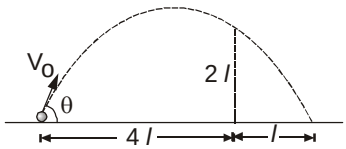
b) $x = \frac{V^2}{gTan\theta}$

c) $x = \frac{V^2}{gTan\beta}$

d) $x = \frac{V^2}{g(Tan\theta + Tan\beta)}$

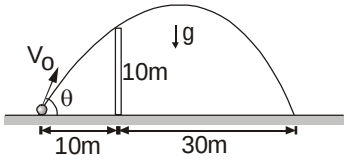
e) $x = \frac{V^2(Tan\theta + Tan\beta)}{gTan\theta + Tan\beta}$

40. Una partícula es lanzada tal como se muestra. Determine el ángulo θ.



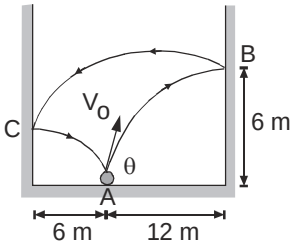
a) $Tan\theta = 1$ b) $Tan\theta = 2$
c) $Tan\theta = 2{,}5$ d) $Tan\theta = 0{,}25$
e) $Tan = 0{,}5$

41. Se muestra la trayectoria parabólica de un proyectil. Hallar: θ. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

42. Un proyectil se lanza desde el punto "A" tal como se muestra. El proyectil impacta elásticamente en los puntos "B" y "C", retornando al punto "A". Determine "θ".

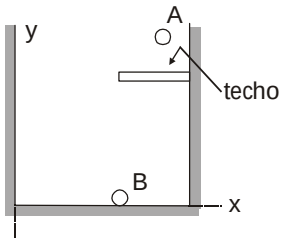


a) 37° b) 45° c) 30°
d) 53° e) 60°

43. Determinar el ángulo de lanzamiento de la esfera B para que choque con la esfera A justo sobre el techo, si ambos son puestos en movimiento simultáneamente, el choque de B es elástico.

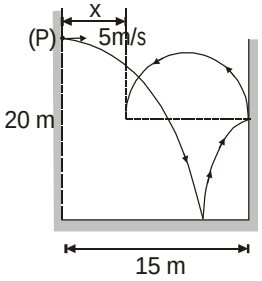
$\vec{r}_A = (2\hat{i} + 4\hat{j})$; $|\vec{V_A}| = 0$ m/s

$\vec{r}_B = 2\hat{i}$ m; $\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2



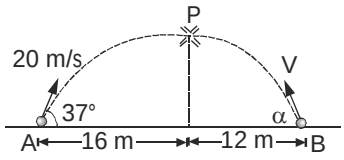
a) 60° b) 35° c) 45°
d) 37° e) 53°

44. Una partícula es lanzada en el punto "P" en la forma que se muestra. Determine "x" si todos los choques son elásticos.
(g = 10 m/s^2).



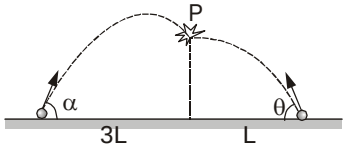
a) 4 m b) 5 m c) 6 m
d) 8 m e) 10 m

45. En la figura, se muestra dos proyectiles lanzados desde "A" y "B" simultáneamente. Determinar "α" para que choquen en "P". (g = 10 m/s^2).



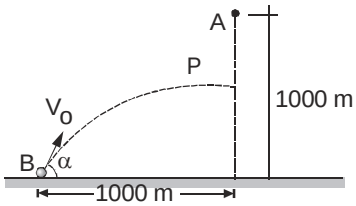
a) 35° b) 45° c) 18°
d) 60° e) 55°

46. Si los proyectiles A y B son lanzados simultáneamente de las posiciones indicadas chocan en el punto P. Determinar una relación entre los ángulos de lanzamiento α y θ.



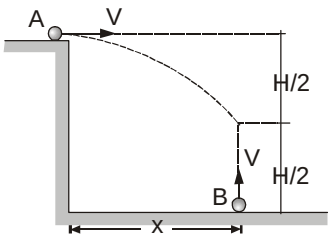
a) $\text{Tan}\theta = 3\text{Tan}\alpha$ b) $\text{Tan}\alpha = 3\text{Tan}\theta$
c) $\text{Tan}\theta = 6\text{Tan}\alpha$ d) $\text{Tan}\alpha = 6\text{Tan}\theta$
e) $\text{Tan}\theta = \text{Tan}\alpha$

47. En el instante en que una piedra es soltada desde el punto A, un proyectil es lanzado del punto B con una velocidad inicial V_o que forma un ángulo "α" con la horizontal. Determine el valor de "α" para que el proyectil impacte a la piedra en el punto P.



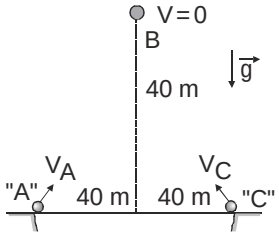
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 60° e) 53°

48. Hallar la distancia "X" de donde se debe lanzar el proyectil "B" de modo que impacten en la posición mostrada.



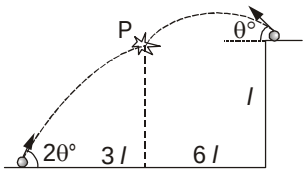
a) H b) $\frac{H}{2}$ c) 2H
d) No chocan e) 3H

49. En el instante mostrado, tres esferas son puestas en movimiento. Si después de un segundo la esfera B equidista 10 m de cada esfera cuando las tres se encuentran en la misma vertical, determine la relación $\frac{V_C}{V_A}$ si es mayor que 1.



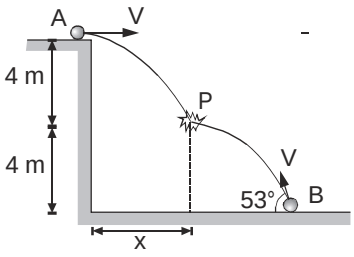
a) $\frac{\sqrt{41}}{5}$ b) $\frac{5}{\sqrt{41}}$ c) $\frac{\sqrt{77}}{5}$
d) $\frac{\sqrt{77}}{7}$ e) $\frac{\sqrt{37}}{5}$

50. Si los proyectiles son lanzados simultáneamente y chocan en P, determine el ángulo θ.



a) 37°/2 b) 45°/2 c) 53°/2
d) 15° e) 30°

51. Dos esferitas A y B inician su movimiento simultáneamente. "A" es lanzada horizontalmente y "B" como se muestra. Si las esferas chocan en "P", calcular: "x".



a) 6 m b) 8 m c) 10 m
d) 12 m e) 15 m

52. Un avión vuela horizontalmente a 540 km/h, y a una altura de 98 m sobre un barco que se mueve a 72 km/h en la misma dirección. ¿A qué distancia del barco, el avión debe soltar una bomba para hundir dicho barco? (distancia respecto a la horizontal).

a) $360\sqrt{5}$ m b) $261\sqrt{5}$ m c) $259\sqrt{5}$ m
d) $262\sqrt{5}$ m e) $260\sqrt{5}$ m

53. De lo alto de una torre de 16 m de altura, se lanza un "hueso" con una rapidez de 20 m/s formando un ángulo de 53° por encima de la horizontal. Determinar la aceleración constante con que debe correr un perro, a partir del reposo y que se encuentra al pie de la torre, para que pueda alcanzar el "hueso" cuando esté a punto de tocar el suelo. ($g = 10\ m/s^2$).

a) $2\ m/s^2$ b) $3\ m/s^2$ c) $4\ m/s^2$
d) $5\ m/s^2$ e) $6\ m/s^2$

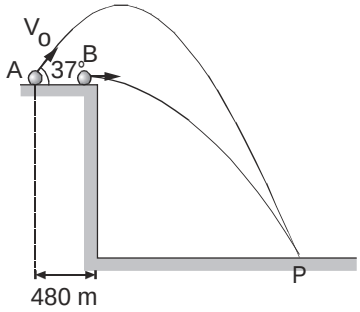
54. Desde tierra, un objeto es lanzado verticalmente hacia arriba con velocidad de 20 m/s; en el mismo instante otro objeto separado horizontalmente 30 m del primero es lanzado de forma que impacta con éste en sus alturas máximas. ¿Bajo qué ángulo se lanzó el segundo objeto? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

55. Un cuerpo que se encuentra a 40 m de la base de un edificio de 60 m de altura es lanzado verticalmente hacia arriba con una rapidez de 40 m/s. Al cabo de 2 s otro cuerpo es lanzado desde el borde de la azotea con cierto ángulo de elevación. Halle dicho ángulo si se sabe que colisionan en sus alturas máximas. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53°/2 e) 53°

56. Determine la rapidez con que debe lanzarse un objeto desde "A" para que al caer en "P" llegue simultáneamente con otro, lanzado 10 s después desde "B" con 48 m/s y horizontalmente. ($g = 10\ m/s^2$).

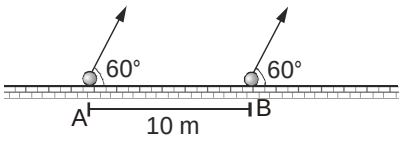


a) 60 m/s b) 75 m/s c) 80 m/s
d) 100 m/s e) 125 m/s

57. Un cazador dispara horizontalmente con una rapidez de 8 m/s una flecha a un mono que está a una distancia horizontal de 7 m del cazador, estando ambos a 5 m de altura con respecto del suelo. Si en el momento del disparo, el mono se suelta del árbol en el que está. ¿Se salva el mono?

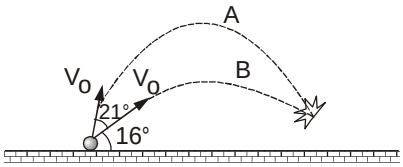
a) Si.
b) No.
c) No se puede saber.
d) Depende del peso del mono.
e) N.A.

58. Dos proyectiles son lanzados simultáneamente. Si las celeridades de A y B, se diferencian en 5 m/s. ¿Al cabo de qué tiempo dichos proyectiles estarán sobre una misma vertical?



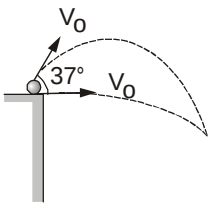
a) 1 s b) 2 s c) 4 s
d) 5 s e) 8 s

59. Si el proyectil B fue lanzado dos segundos después determine el valor de V_o para que impacten en el aire. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 10 m/s b) 20 m/s c) 25 m/s
d) 40 m/s e) 50 m/s

60. Un proyectil se lanza en forma oblicua, un segundo después es disparado horizontalmente otro proyectil, determine V_o para que los proyectiles choquen en el aire. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 10 m/s b) 15 m/s c) 20 m/s
d) 30 m/s e) 45 m/s

Claves

01.	e
02.	a
03.	b
04.	c
05.	c
06.	a
07.	c
08.	b
09.	d
10.	e
11.	e
12.	a
13.	b
14.	c
15.	b
16.	c
17.	b
18.	d
19.	c
20.	c
21.	c
22.	b
23.	e
24.	c
25.	d
26.	c
27.	b
28.	c
29.	d
30.	c

31.	d
32.	c
33.	b
34.	b
35.	c
36.	b
37.	b
38.	c
39.	a
40.	c
41.	d
42.	a
43.	c
44.	b
45.	b
46.	a
47.	c
48.	a
49.	a
50.	c
51.	c
52.	e
53.	e
54.	d
55.	c
56.	a
57.	b
58.	c
59.	e
60.	b

Capítulo

6

MOVIMIENTO RELATIVO GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

◆ *GRÁFICA POSICIÓN - TIEMPO*

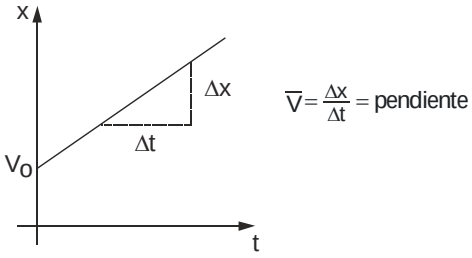
En un movimiento rectilíneo con velocidad constante, particularmente desarrollado sobre el eje x, la ecuación de movimiento está dada por la siguiente expresión.

$$x_F = x_i + v(t - t_i)$$

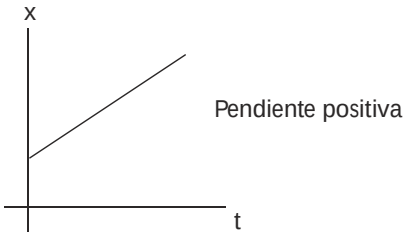
donde x_i es la posición inicial de la partícula para el instante t_o. Considerando que el movimiento se empezó a estudiar en $t_o = 0$, tenemos:

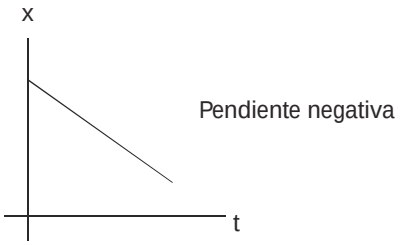
$$x_F = x_i + vt$$

Esta ecuación nos representa la dependencia lineal de la posición en función del tiempo. Si graficamos esta ecuación representando la posición en el eje (y) y el tiempo en el eje (x) de un plano cartesiano, notamos que la pendiente de la recta nos representa la velocidad del móvil.



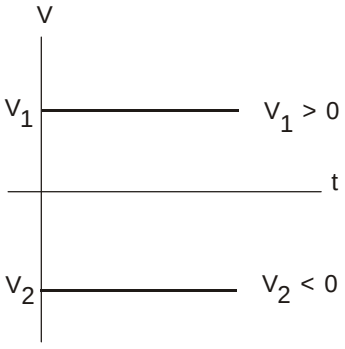
$$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{pendiente}$$



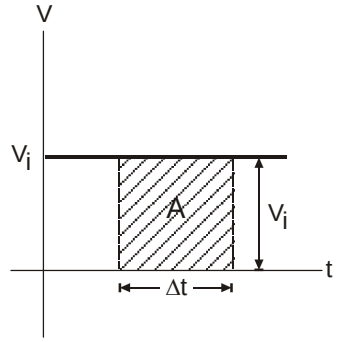


◆ *GRÁFICA VELOCIDAD-TIEMPO*

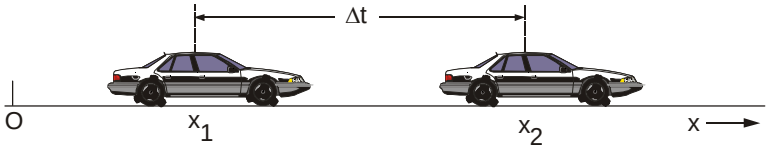
Como la velocidad en el MRU es constante. Una gráfica en el plano cartesiano, ubicando la velocidad en el eje (y) y el tiempo en el eje (x), sera una recta horizontal paralela al eje de las abscisas.



En esta gráfica, el área del rectángulo sombreado es igual al desplazamiento Δx en el intervalo Δt.



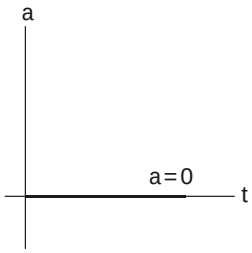
A = Δx = desplazamiento



$\Delta x = x_2 - x_1$

◆ *GRÁFICA ACELERACIÓN-TIEMPO*

Como sabemos, la aceleración nos indica la variación de la velocidad por unidad de tiempo; pero si la velocidad es constante como en el MRU. Esta variación $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ es igual a cero. Por lo tanto, si representamos la aceleración en el eje (y) y como es ya acostumbrado el tiempo en (x). Encontraremos que esta gráfica es una recta horizontal que coincide con el eje de las abscisas.



GRÁFICA DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO

En este movimiento rectilíneo la velocidad varia uniformemente. Por lo tanto para cualquier instante de tiempo la aceleración es constante. Es decir la aceleración instantánea y la aceleración media son iguales.

$$a = \frac{V_F - V_i}{t_F - t_i} = \text{constante}$$

Por conveniencia se elige $t_o = 0$ y t_F cualquier tiempo arbitrario t. Con esta notación, se puede expresar la aceleración como:

$$a = \frac{V_F - V_i}{t}$$

$$\boxed{V_F = V_i + at} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Esta expresión será útil para obtener la velocidad de la partícula en cualquier instante de tiempo, t. Como esta variación es lineal, es posible expresar la velocidad media en cualquier intervalo de tiempo como la media aritmética de la velocidad inicial V_o, y de la final V_F.

$$\overline{V} = \frac{V_i + V_F}{2}$$

Utilizando esta ecuación, podemos calcular el desplazamiento de la partícula como una función de la velocidad media y el tiempo.

$$\Delta x = \overline{V}\,\Delta t = \left(\frac{V_i + V_F}{2}\right)(t - t_i)\,, \quad \text{considerando } t_o = 0$$

$$\Delta x = \left(\frac{V_i + V_F}{2}\right)t$$

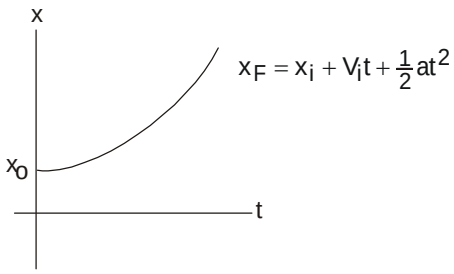
Si reemplazamos la ecuación (1), en esta expresión, obtendremos la ecuación de movimiento para una partícula que se mueve con aceleración constante.

$$x - x_i = \frac{1}{2}(V_i + V_i + at)t$$

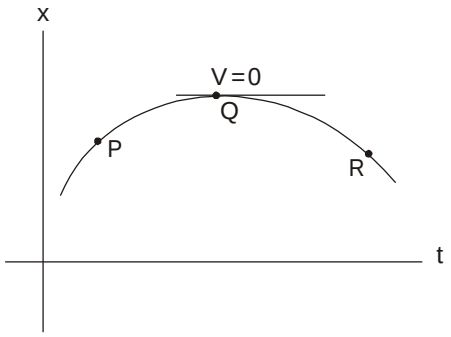
$$\boxed{x - x_i = V_i t + \frac{1}{2}at^2} \quad \text{..... (2)}$$

◆ *GRÁFICA POSICIÓN-TIEMPO*

De la ecuación 2, notamos que la posición en función del tiempo varia cuadráticamente. Esta expresión representa una parábola.

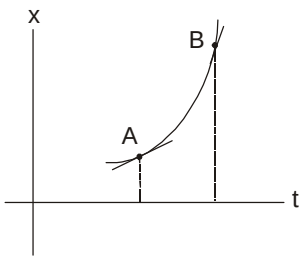


En toda gráfica x - t, la pendiente de la recta tangente trazada en cualquier punto de dicha curva nos representa la velocidad instantánea.

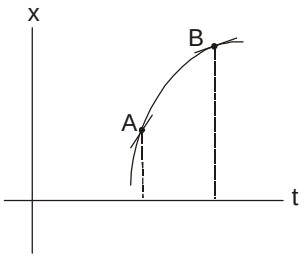


En el gráfico mostrado, en el vértice de la parábola la pendiente es cero, por lo tanto la velocidad en dicho punto es cero.

Analicemos ahora la aceleración en la gráfica x - t.



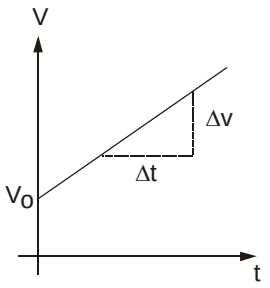
Como la velocidad está aumentando en magnitud de "A" hacia "B", el movimiento es acelerado.



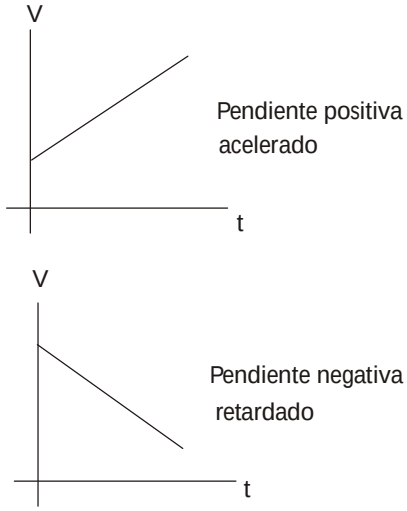
Como la velocidad está disminuyendo en magnitud de A hacia B, el movimiento es retardado.

◆ *GRÁFICA VELOCIDAD-TIEMPO*

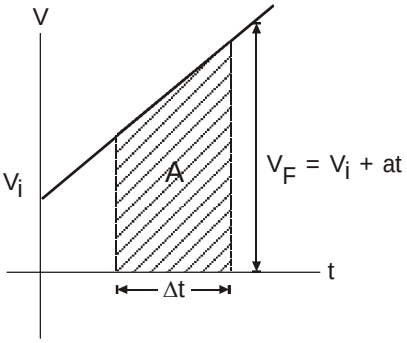
La variación de la velocidad en función del tiempo está dada por la ecuación (1). Si graficamos esta ecuación lineal, notaremos que la pendiente de la recta es igual a la aceleración.



$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{pendiente}$$



Como ya hemos visto, el área comprendida entre la curva y el eje de las abscisas, en una gráfica v-t, nos representa el desplazamiento. Este criterio se cumple para cualquier curva v-t.

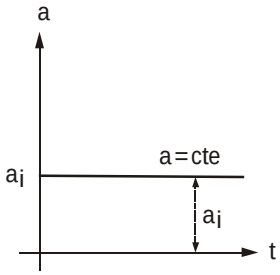


A = Δx = desplazamiento

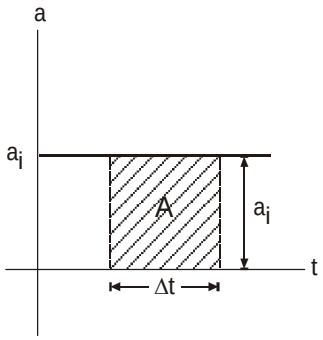
El área sombreada bajo la curva es el desplazamiento de la partícula en el intervalo Δt.

◆ *GRÁFICA ACELERACIÓN-TIEMPO*

Como sabemos en este movimiento la velocidad varía uniformemente; la aceleración tiene un valor diferente de cero. Si ahora representamos esta magnitud constante en función del tiempo, obtendremos una recta horizontal paralela al eje de las abscisas.



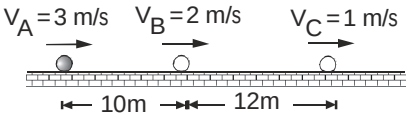
El área comprendida bajo esta curva nos representa la variación de la velocidad en un intervalo de tiempo Δt.



A = Δv = Variación de la velocidad

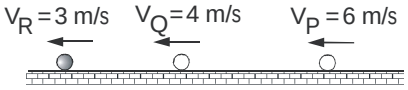
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. En el diagrama, halle las velocidades relativas de A y C respecto de B, respectivamente.



a) 1 m/s y 2 m/s en direcciones opuestas.
b) 2 m/s y 1 m/s en direcciones opuestas.
c) 1 m/s y 1 m/s en direcciones opuestas.
d) 1 m/s y 1 m/s en la misma dirección.
e) 2 m/s y 2 m/s en la misma dirección.

02. En el gráfico mostrado, determinar las velocidades relativas de "P" y "Q" respecto de "R".



a) 3 m/s y 2 m/s en direcciones opuestas.
b) 1 m/s y 1 m/s en la misma dirección.
c) 3 m/s y 1 m/s en la misma dirección.
d) 2 m/s y 2 m/s en la misma dirección.
e) 1 m/s y 3 m/s en direcciones opuestas.

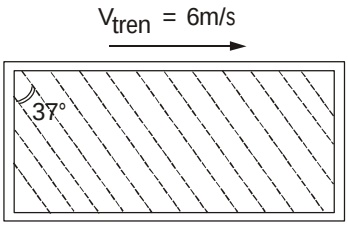
03. Una manzana cae verticalmente con una aceleración de 10 m/s^2 respecto a tierra; para una persona que sube en un ascensor a razón de 2 m/s^2. ¿Cuál será la aceleración de la manzana?

a) 6,5 m/s^2 b) 10,0 m/s^2 c) 12,0 m/s^2
d) 11,2 m/s^2 e) 3,7 m/s^2

04. Un perno se desprende del techo de un ascensor que baja con una aceleración de 6 m/s^2. ¿Cuál es la aceleración del perno respecto del ascensor. ($g = 10$ m/s^2).

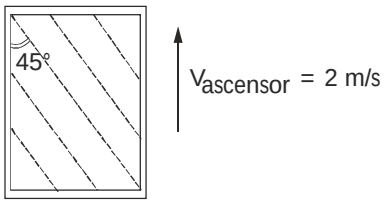
a) 6 m/s^2 b) 10 m/s^2 c) 16 m/s^2
d) 4 m/s^2 e) 2 m/s^2

05. Por la ventana de un tren que se mueve a 6 m/s, una persona observa caer la lluvia a razón de 10 m/s y formando con la vertical un angulo de 37°, en la forma que se indica. Halle la rapidez de la lluvia respecto a tierra.



a) 8 m/s b) 12 m/s c) $4\sqrt{13}$ m/s
d) 6 m/s e) 3 m/s

06. Por los cristales de un ascensor panorámico que sube con 2 m/s, una persona ve caer la lluvia en la forma mostrada, con una rapidez de $8\sqrt{2}$ m/s. Halle la rapidez de la lluvia respecto a tierra.

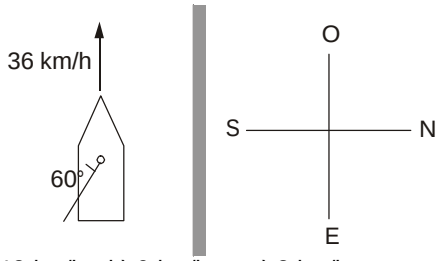


a) 10 m/s b) 12 m/s c) 6 m/s
d) 8 m/s e) 5 m/s

07. Un barco A navega en dirección N23°E a razón de 21 km/h y otro barco B navega en dirección S67°E a razón de 28 km/h. Halle la velocidad relativa del barco B respecto del barco A.

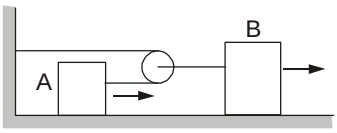
a) 35 km/h en dirección N60°E.
b) 45 km/h en dirección S60°E.
c) 35 km/h en dirección N30°O.
d) 25 km/h en dirección N60°O.
e) 35 km/h en dirección S30°E.

08. Una bandera ubicada en el mástil de un barco flamea haciendo un ángulo de 60° como se indica; pero una bandera ubicada en la orilla se extiende en dirección S30°O. Halle la rapidez del viento respecto a tierra, si el barco se mueve a 36 km/h.



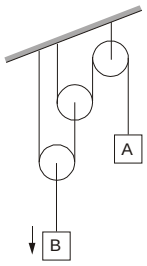
a) 18 km/h b) 9 km/h c) 3 km/h
d) 12 km/h e) 6 km/h

09. En la figura, el bloque "B" se mueve con una aceleración cuyo valor es $a_B = 6$ m/s^2. Se pide calcular la aceleración relativa del bloque "A" respecto al bloque "B", si en todo instante las cuerdas que los une se mantienen tensas. Los dos iniciaron sus movimientos simultáneamente.



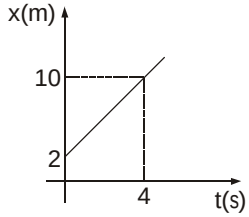
a) $3\,m/s^2(\leftarrow)$ b) $3\,m/s^2(\rightarrow)$
c) $6\,m/s^2(\leftarrow)$ d) $6\,m/s^2(\rightarrow)$
e) $2\,m/s^2(\leftarrow)$

10. Determinar la magnitud de la aceleración relativa del bloque "A" respecto el bloque "B", sabiendo que el bloque "B" desciende con 2 m/s^2. (Poleas de peso despreciable).



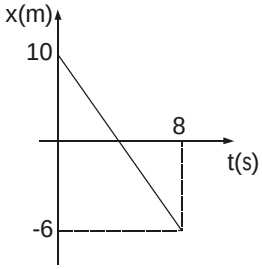
a) 5 m/s^2 b) 10 m/s^2 c) 8 m/s^2
d) 2 m/s^2 e) 12 m/s^2

11. Hallar la velocidad del cuerpo que se mueve a lo largo del eje de las abcisas.



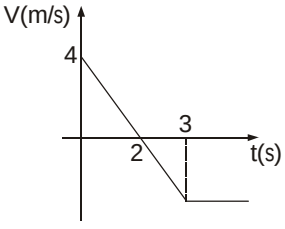
a) $-2\vec{i}$ m/s b) $-\vec{i}$ m/s c) $2\vec{i}$ m/s
d) $4\vec{j}$ m/s e) $8\vec{j}$ m/s

12. Calcular la velocidad de móvil si se sabe que se desplaza horizontalmente.



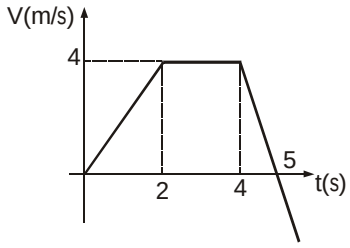
a) $3\vec{i}$ m/s b) $2\vec{i}$ m/s c) $-3\vec{i}$ m/s
d) $-2\vec{i}$ m/s e) $8\vec{i}$ m/s

13. En la gráfica mostrada, se pide calcular la distancia recorrida por el móvil entre los instantes: t = 1 s y t = 6 s.



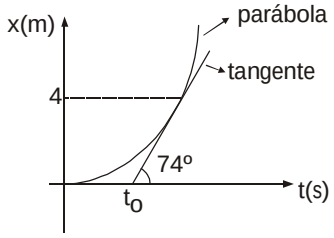
a) -6 m b) 1 m c) 6 m
d) 8 m e) 10 m

14. En el gráfico mostrado, se pide determinar el desplazamiento en el intervalo de 2 s a 8 s.



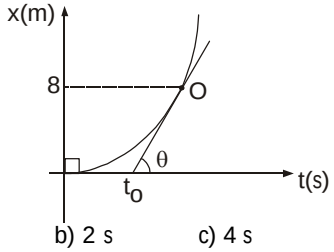
a) $5\vec{i}$ m b) $8\vec{i}$ m c) $-5\vec{i}$ m
d) $-8\vec{i}$ m e) $10\vec{i}$ m

15. La gráfica mostrada corresponde al MRUV de un cuerpo. Halle: t_o.



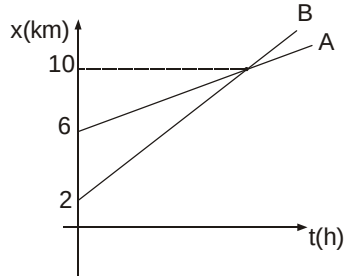
a) 6/5 s b) 12 s c) 5/6 s
d) 16 s e) 10 s

16. En la gráfica mostrada, se pide determinar el instante donde la velocidad es igual a 4/3 m/s ("O" punto de tangencia); $Tg\theta = 9$



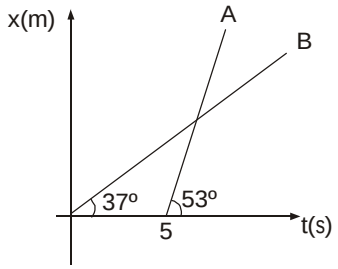
a) 1 s b) 2 s c) 4 s
d) 5 s e) 10 s

17. En la gráfica "x" Vs "t" si la velocidad del móvil B es 10 km/h. Calcular la velocidad del móvil A.



a) 4 km/h b) 5 km/h c) 6 km/h
d) 8 km/h e) 10 km/h

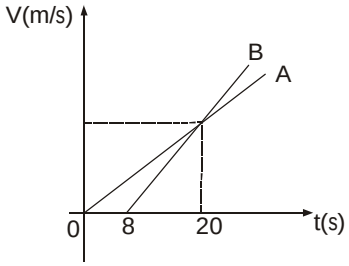
18. Dado el gráfico "x" Vs "t", calcular la diferencia de la rapideces de los móviles "A" y "B".



a) 4/3 m/s b) 3/4 m/s c) 25/12 m/s
d) 7/12 m/s e) 10 m/s

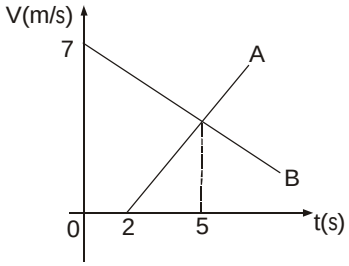
19. Se muestra la gráfica "v" Vs "t" para los móviles A y B; si:

$a_B = 1{,}333\,m/s^2$; halle la aceleración de "A".



a) 0,6 m/s^2 b) 0,7 m/s^2 c) 0,8 m/s^2
d) 1 m/s^2 e) 2 m/s^2

20. A partir del gráfico mostrado, para los móviles A y B, se pide calcular la aceleración de "B", si "A" tiene una aceleración de 1 m/s^2



a) 0,2 m/s^2 b) 0,5 m/s^2 c) 0,8 m/s^2
d) -0,5 m/s^2 e) -0,8 m/s^2

21. Dos autos que se desplazan en caminos perpendiculares viajan hacia el norte y el este respectivamente. Si sus velocidades con respecto a la tierra son de 60 km/h y de 80 km/h, calcular su velocidad relativa, uno respecto del otro.

a) 100 km/h b) 90 km/h
c) 150 km/h d) 110 km/h
e) 50 km/h

22. Sobre la plataforma de un ferrocarril que está corriendo a razón de 12 km/h, un hombre camina con una velocidad de 5 km/h respecto a la plataforma, en dirección perpendicular a la dirección de los rieles. La verdadera velocidad del hombre respecto al suelo firme es igual a:

a) 12 km/h b) 15 km/h c) 13 km/h
d) 10 km/h e) 14 km/h

23. Un automóvil que viaja por una carretera con neblina con una rapidez de 30 m/s avista repentinamente un camión a 52 m delante de él viajando en la misma dirección y a la rapidez constante de 10 m/s. El conductor del auto pierde 0,6 s mientras reacciona y aplica los frenos. ¿Cuál debe ser la desaceleración mínima que debe aplicar el auto para evitar el choque?

a) 3 m/s^2 b) 5 m/s^2 c) 7 m/s^2
d) 9 m/s^2 e) 11 m/s^2

24. Un pasajero de un automóvil observa que los trazos de las gotas de lluvia forman un ángulo de 37° con la vertical en un momento dado, y luego de 10 s éstos forman otro ángulo de 53° con la misma vertical. ¿Cuál fue el valor de la aceleración media que experimentó el automóvil, si se sabe además que las gotas caen uniformemente a razón de 24 m/s respecto a Tierra y en forma vertical?

a) 0,6 m/s^2 b) 0,8 m/s^2 c) 1,2 m/s^2
d) 1,4 m/s^2 e) 1,6 m/s^2

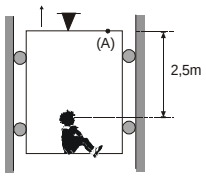
25. Desde un globo que sube a 7 m/s constante; un hombre lanza verticalmente hacia arriba una piedra a 3 m/s. Si en ese instante, la altura del globo era 75 m. Hallar la velocidad relativa de la piedra respecto al globo cuando la piedra llegue al piso. ($g = 10\ m/s^2$).

a) $10\,m/s(\downarrow)$ b) $40\,m/s(\uparrow)$
c) $50\,m/s(\downarrow)$ d) $30\,m/s(\uparrow)$
e) $30\,m/s(\downarrow)$

26. Un globo aerostático inicia su movimiento de ascenso en tierra y con aceleración constante de 6 m/s^2. Si justo en el momento en que el globo está a una altura de 75 m, el piloto del globo lanza una piedra con una velocidad respecto del globo (0; 10 m/s) mientras que desde la tierra se lanza otro cuerpo con velocidad de (0; 65 m/s), hallar la magnitud de la velocidad relativa entre ellos en el momento en que chocan ambos cuerpos. ($g = 10\ m/s^2$).

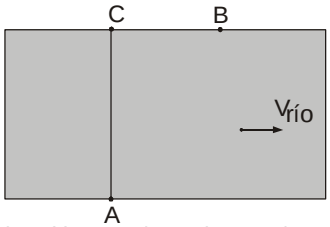
a) 10 m/s b) 35 m/s c) 25 m/s
d) 15 m/s e) 45 m/s

27. El ascensor asciende con velocidad constante y del punto "A" se desprende un perno. ¿Luego de cuántos segundos pasa frente a la visual horizontal del niño? ($g=10\ m/s^2$).



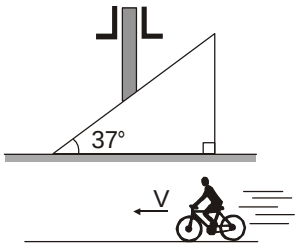
a) $\sqrt{2}$ s b) $\sqrt{2}/2$ s c) 2 s
d) $\sqrt{3}$ s e) $\sqrt{3}/2$ s

28. Un bote sale desde "A" hacia "B", que se encuentra en la orilla opuesta del río de 24 m de ancho. Las aguas del río se desplazan a razón de 2,5 m/s respecto a tierra. ¿Con qué rapidez mínima, respecto al agua, debe moverse el bote para llegar a (B) situado a 7 m de "C"?



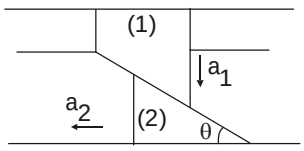
a) 0,7 m/s b) 1,5 m/s c) 2,0 m/s
d) 2,4 m/s e) 2,5 m/s

29. Si la barra vertical desciende con rapidez constante de 0,3 cm/s, hállese la rapidez de la cuña respecto a un ciclista que se mueve con 0,6 cm/s. (No hay rozamiento entre las superficies).



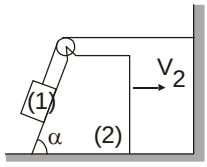
a) 0,4 cm/s b) 0,6 cm/s c) 0,8 cm/s
d) 2 cm/s e) 1 cm/s

30. Una cuña (1) se encuentra entre 2 muros horizontales y se apoya sobre la cara inclinada de una cuña (2), la que se desplaza horizontalmente con una aceleración cuyo valor es $a_2=8\ m/s^2$. Calcular el valor de la aceleración con la cual desciende la cuña (1). ($\theta = 37°$)



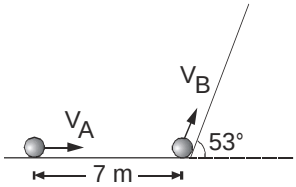
a) $2\ m/s^2$ b) $4\ m/s^2$ c) $6\ m/s^2$
d) $8\ m/s^2$ e) $10\ m/s^2$

31. Una cuña (2) se desplaza con una velocidad $V_2=6$ m/s. ¿Cuál será la velocidad con la cual el bloque (1) se deslizará sobre la cara inclinada de la cuña (2), desde un sistema de referencia ubicado en el piso? ($\alpha = 60°$)



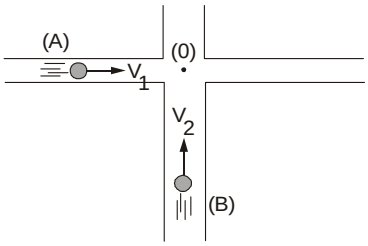
a) 3 m/s b) 6 m/s c) $3\sqrt{3}$ m/s
d) $6\sqrt{3}$ m/s e) 12 m/s

32. Dos móviles A y B se mueven desde las posiciones mostradas $V_A=6$ m/s y $V_B=10$ m/s. ¿Luego de qué tiempo la separación entre los móviles es de 25 m?



a) 1 s b) 1,5 s c) 3 s
d) 4,5 s e) 6 s

33. Dos móviles parten simultáneamente de los puntos (A) y (B) de dos carreteras con $V_1=3$m/s y $V_2=4$m/s, respectivamente ¿Cuál es la mínima distancia de separación entre estos móviles? (OA=OB=5 m).

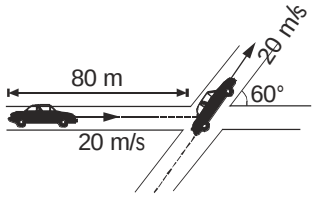


a) 1 m b) $\sqrt{2}$ m c) 2 m
d) $2\sqrt{2}$ m e) 5 m

34. En el problema anterior. ¿Luego de qué tiempo la separación entre los móviles es mínima?

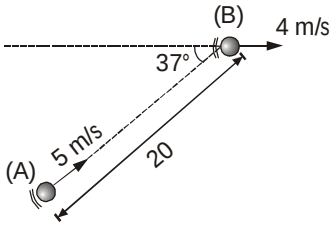
a) 0,4 s b) 0,8 s c) 2 s
d) 1,4 s e) 1,6 s

35. En la figura mostrada, los móviles experimentan MRU en vías que forman un ángulo de 60°. Determine la menor distancia posible entre los móviles.



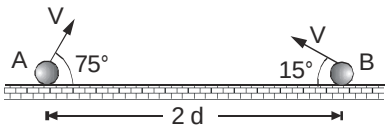
a) 20 m b) $20\sqrt{3}$ m c) 40 m
d) $40\sqrt{3}$ m e) $80\sqrt{3}$ m

36. Dos móviles presentan rapidez constante de 5 m/s y 4 m/s, respectivamente y se dirigen en la dirección indicada. ¿Después de qué tiempo estarán separados 20?



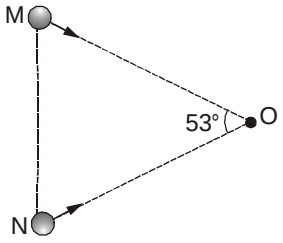
a) 1 s b) 3 s c) 8 s
d) 7 s e) 9 s

37. Dos proyectiles son lanzados con la misma rapidez. Determine la menor distancia que logran acercarse. ($g = 10\ m/s^2$)



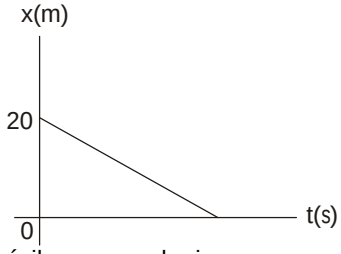
a) 2 d b) $d\sqrt{3}$ c) 1,5 d
d) d e) 0,8 d

38. Dos móviles parten simultáneamente desde los puntos M y N hacia un punto "O"; cada uno con una velocidad de 5 m/s. ¿Después de cuántos segundos de haber partido estarán separados por la mínima distancia? Determine también la mínima distancia entre ambos móviles. (MO = 60 m; NO = 80 m).



a) 14 s; $8\sqrt{2}$ m b) 12 s; $6\sqrt{5}$ m
c) 12 s; $8\sqrt{2}$ m d) 14 s; $8\sqrt{5}$ m
e) 16 s; 5 m

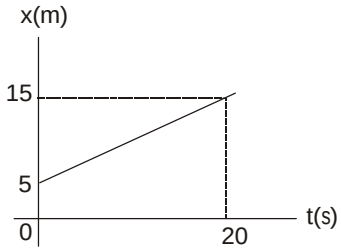
39. Según la gráfica, indique si las afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):



I. El móvil se acerca al origen.
II. El móvil posee velocidad decreciente.
III. El móvil posee velocidad constante.

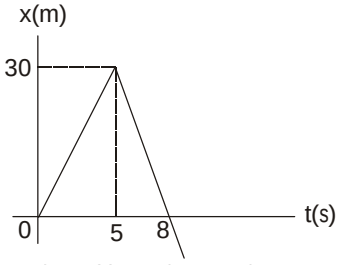
a) VVF b) VFV c) FVV
d) FVF e) VFF

40. Según la gráfica, señale la afirmación incorrecta:



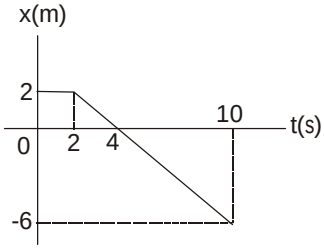
a) Su posición inicial es x = 5 m.
b) Su rapidez es 0,5 m/s.
c) La distancia recorrida en los primeros 20 s es 10 m.
d) El móvil se aleja del origen con velocidad constante.
e) El móvil recorre 15 m en los primeros 20 s.

41. Halle el módulo de la velocidad media y la rapidez media, en el intervalo de tiempo: [0,10] segundos.



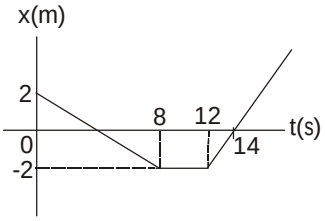
a) 8 m/s y 5 m/s b) 8 m/s y 4 m/s
c) 6 m/s y 5 m/s d) 5 m/s y 8 m/s
e) 2 m/s y 8 m/s

42. ¿En qué instante de tiempo la posición del móvil es x = -4m?



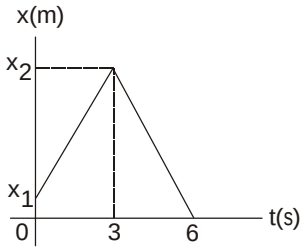
a) t = 7 s b) t = 8 s c) t = 6 s
d) t = 5 s e) t = 9 s

43. Determine la posición del móvil en el instante t = 18 s.



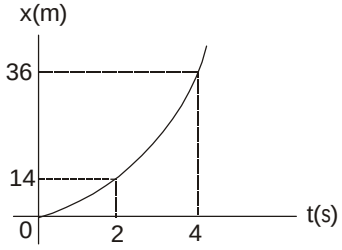
a) x = 10 m b) x = 8 m c) x = 4 m
d) x = 12 m e) x = 16 m

44. En el gráfico mostrado, la velocidad media en el intervalo [0,6] segundos es igual a -1m/s $\vec{i}$ y la velocidad media en el intervalo [0,3] segundos fue +2 m/s $\vec{i}$. Halle: $(2x_1+x_2)$.



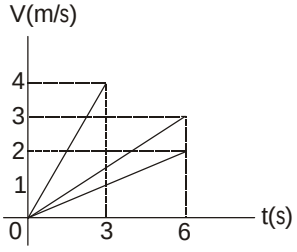
a) 10 b) 15 c) 20
d) 24 e) 28

45. Halle la rapidez del móvil en el instante t=3s.



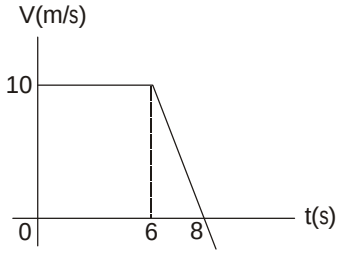
a) 5 m/s b) 6 m/s c) 9 m/s
d) 11 m/s e) 30 m/s

46. En el gráfico se muestran las velocidades de 3 móviles en función del tiempo. Halle la relación entre la aceleración menor y la mayor.



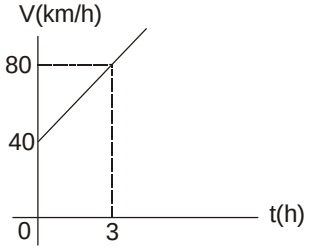
a) 4 b) 5 c) 2
d) 1/5 e) 1/4

47. ¿Cuál es el desplazamiento del móvil en el intervalo [0,10] segundos?



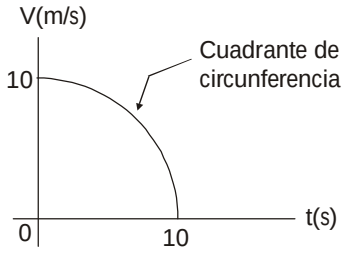
a) 60 b) 50 c) 32
d) 10 e) 17

48. Un móvil se mueve en línea recta con una velocidad que varía según se indica en el gráfico. Halle la distancia recorrida en km durante las primeras 4 horas.



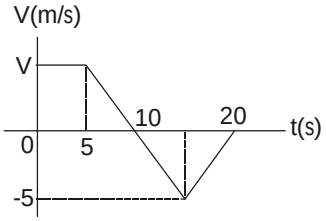
a) 200/3 b) 400/3 c) 600/3
d) 800/3 e) 900/3

49. ¿Cuál es la velocidad del móvil en el instante t=6s?



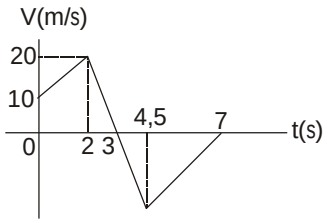
a) 6 m/s b) 8 m/s c) 10 m/s
d) 3 m/s e) 7 m/s

50. Si el desplazamiento del móvil en los 20 segundos es nulo, halle: V.



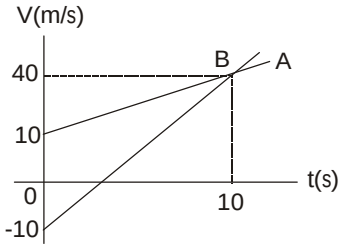
a) 2,3 m/s b) 2,5 m/s c) 3,0 m/s
d) 3,3 m/s e) 4,0 m/s

51. Una partícula se desplaza a lo largo del eje x, según la gráfica. Si para t=0 su posición fue x=90 m, halle su posición para t=7s.



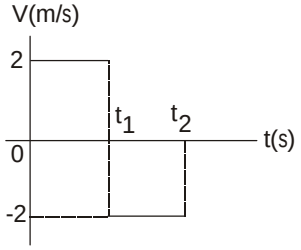
a) x=110 m b) x=150 m c) x=160 m
d) x=160 m e) x=70 m

52. Dos móviles A y B parten de un mismo punto, según se indica en el gráfico. Halle la distancia que los separa en el instante t=10 s.



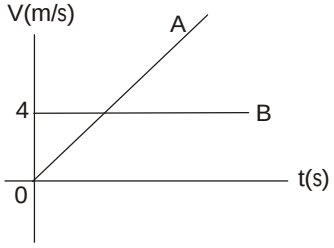
a) 20 m b) 80 m c) 100 m
d) 120 m e) 250 m

53. Si en la gráfica mostrada, la distancia recorrida fue de 20 m y el desplazamiento +10m, sobre el eje x. Halle: t_1 y t_2.



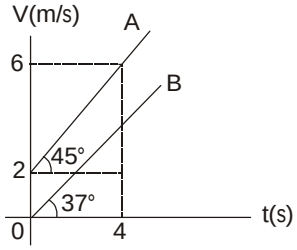
a) 10 y 15 b) 7 y 9 c) 7,5 y 10
d) 5,5 y 8 e) 2,5 y 7

54. Si los móviles parten del mismo punto, en la misma recta; para qué instante de tiempo se vuelven a encontrar, si el móvil A acelera con 1 m/s^2.



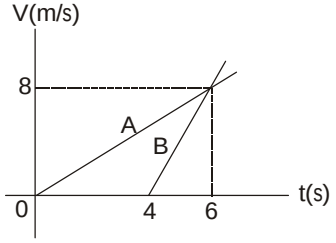
a) 12 s b) 4 s c) 6 s
d) 8 s e) 10 s

55. Determine la distancia de separación entre los móviles A y B al cabo de 4 segundos de partir del mismo punto, sobre el eje x.



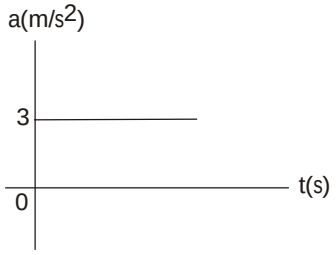
a) 6 m b) 7 m c) 8 m
d) 9 m e) 10 m

56. Dos móviles A y B se desplazan sobre la misma recta, según la gráfica mostrada. ¿Qué distancia los separaba inicialmente, si el encuentro entre ambos sucede para t=6 s?



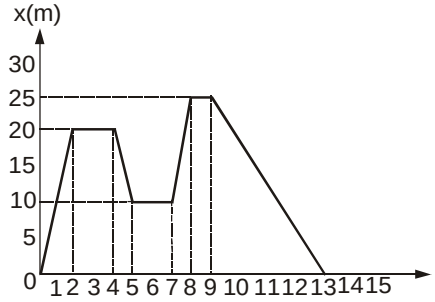
a) 16 m b) 20 m c) 24 m
d) 32 m e) 48 m

57. Una partícula que se mueve sobre el eje x, para x=0 tiene una velocidad de -10 m/s $\vec{i}$. ¿Cuál será su rapidez para t=10 s?



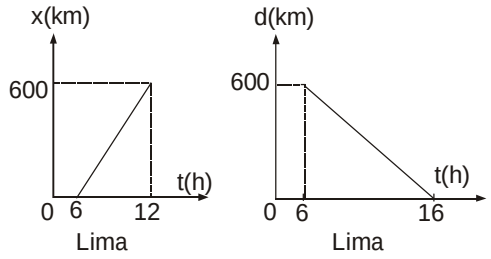
a) 10 m/s b) 20 m/s c) 30 m/s
d) 40 m/s e) 60 m/s

58. La gráfica espacio-tiempo mostrada, describe el desplazamiento correspondiente a un vehículo. La magnitud de la velocidad media en el intervalo de tiempo [5,13] y la mayor velocidad adquirida en el mismo intervalo son, respectivamente:



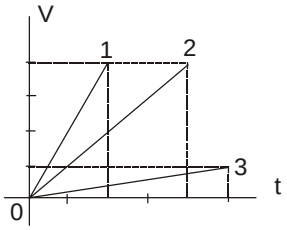
a) 3 m/s, 15 m/s b) 5/2 m/s, 25 m/s
c) 15/4 m/s, 25 m/s d) 5/4 m/s, 15 m/s
e) 15/8 m/s, 25 m/s

59. Un motociclista en Lima y otro en Chepén, situado en el km 600 de la Panamericana Norte, parten a las 06:00 a.m. El primero hacia Chepén y el segundo hacia Lima. El desplazamiento de cada uno de ellos está descrito en las gráficas adjuntas. ¿A qué hora y a qué distancia de Chepén (en km) se encuentran?



a) 12:00; 222 b) 9:45; 225
c) 10:30; 375 d) 10:00; 375
e) Ninguna de las anteriores

60. Las velocidades ***y*** de tres partículas, 1, 2 y 3 en función del tiempo ***t***, son mostradas en la figura:
La razón entre las aceleraciones mayor y menor es:



a) 8 b) 1/2 c) 10
d) 1 e) 3

Claves

01.	c
02.	c
03.	c
04.	d
05.	c
06.	a
07.	e
08.	a
09.	d
10.	b
11.	c
12.	d
13.	d
14.	d
15.	c
16.	b
17.	b
18.	d
19.	c
20.	e
21.	a
22.	c
23.	b
24.	d
25.	c
26.	c
27.	b
28.	d
29.	e
30.	c

31.	b
32.	c
33.	a
34.	d
35.	d
36.	c
37.	d
38.	d
39.	b
40.	e
41.	e
42.	b
43.	c
44.	d
45.	d
46.	e
47.	a
48.	d
49.	b
50.	d
51.	e
52.	c
53.	c
54.	d
55.	e
56.	a
57.	b
58.	d
59.	b
60.	c

Capítulo 7

ESTÁTICA

ESTÁTICA

La estática es la rama de la mecánica que estudia las condiciones que deben tener las fuerzas que actúan sobre un cuerpo o sistema para mantenerlo en equilibrio.

CONCEPTO DE FUERZA

El concepto de fuerza nos da una descripción cualitativa de la interacción entre dos cuerpos o entre un cuerpo y su entorno. Cuando empujamos un auto atascado en la nieve, ejercemos una fuerza sobre él. Cuando dos partículas interactúan podemos asegurar que se provoca un par de fuerzas de igual magnitud y dirección opuesta.

La fuerza es un vector. Para describir una fuerza debemos indicar:

* El punto de aplicación, es decir, el punto en que la fuerza actúa sobre el cuerpo;
* La dirección, es decir, la recta a lo largo de la cual actúa la fuerza;
* Su magnitud, la cantidad que describe "cuánto" o "qué tan fuerte" la fuerza empuja o tira.

Debido a que las fuerzas son vectores, se deben utilizar las reglas de la adición vectorial para obtener la fuerza resultante sobre un partícula.

PRIMERA LEY DE NEWTON (LEY DE INERCIA)

"UN OBJETO EN REPOSO PERMANECE EN REPOSO Y UN OBJETO EN MOVIMIENTO CONTINUARÁ EN MOVIMIENTO CON UNA VELOCIDAD CONSTANTE (ES DECIR, VELOCIDAD CONSTANTE EN UNA LÍNEA RECTA) A MENOS QUE EXPERIMENTE UNA FUERZA EXTERNA QUE LO OBLIGUE A CAMBIAR DICHO ESTADO"

Esta proposición se denomina la primera Ley de Newton, conocida también como la Ley de Inercia. Fue inicialmente propuesta por Sir Isaac Newton (1642-1727), ***es otra forma de expresar la idea de Galileo.***

CUIDADO ► La primera Ley de Newton es válida solo para sistemas inerciales de referencia. Dicho simplemente, las cosas tienden a seguir haciendo lo que ya estaban haciendo.

UNIDADES DE FUERZA Y MASA

La unidad de la fuerza del S.I. es el Newton, que se define:

Un Newton es la cantidad de fuerza que al actuar sobre una masa de 1 kg produce una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

Podemos expresar en términos de las siguientes unidades fundamentales masa, longitud y tiempo.

$$1N \equiv 1kg.m/s^2$$

UNIDADES DE FUERZA, MASA Y ACELERACIÓN

Sistema de unidades	Masa	Aceleración	Fuerza
S.I.	kg	m/s^2	$N \equiv kg.m/s^2$

TERCERA LEY DE NEWTON

CUANDO UN CUERPO EJERCE UNA FUERZA SOBRE OTRO, TAMBIÉN ÉSTE EJERCE UNA FUERZA SOBRE AQUEL. ESTAS DOS FUERZAS SIEMPRE TIENEN LA MISMA MAGNITUD Y DIRECCIÓN CONTRARIA.

* El enunciado matemático de la tercera ley es:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

* Esta ley es equivalente a establecer que las fuerzas ocurren siempre en pares o que no puede existir una fuerza aislada individual.
* La fuerza que el cuerpo B ejerce sobre el cuerpo A se conoce como "acción" (F_{AB}). La fuerza que el cuerpo A ejerce sobre el cuerpo B se conoce como "reacción" (F_{BA}). En realidad cualquier fuerza puede marcarse como acción o reacción.
* En todos los casos, las fuerzas de acción o de reacción actúan sobre objetos diferentes.

Esta es la tercera Ley de movimiento de Newton, nuevamente una consecuencia de la definición de fuerza. Se le denomina algunas veces como Ley de acción y reacción.

MOMENTO DE UNA FUERZA RESPECTO A UN PUNTO ($\vec{M}_O$)

¿De qué depende la efectividad de una fuerza para causar o alterar un movimiento de rotación?
La magnitud y dirección de la fuerza son importantes, pero también lo es la posición del punto de aplicación. Si tratamos de abrir una puerta pesada, es mucho más efectivo empujar lejos del eje de rotación (cerca de la manija) que cerca de él (cerca de las bisagras).

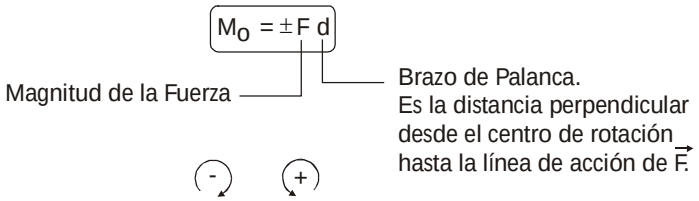
El momento de una fuerza es una magnitud vectorial; por lo tanto, tiene magnitud y dirección.

◆ *MAGNITUD DEL MOMENTO* (M_0)

Cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo rígido que gira alrededor de un eje que pasa por el punto O, el objeto tiende a girar entorno de ese punto.

La tendencia de una fuerza a hacer girar un objeto alrededor de cierto eje que pasa por el punto O, se mide por medio de una cantidad llamada momento de una fuerza

Definimos la magnitud del momento de una fuerza respecto a un punto O mediante la expresión:

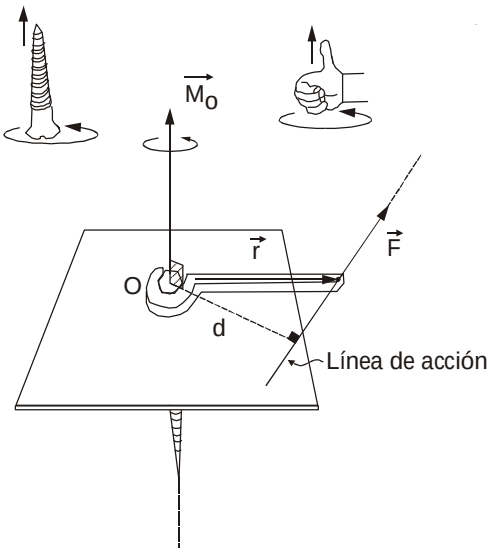


La magnitud del momento de una fuerza respecto a un punto O es el producto de la magnitud de una fuerza y el brazo de palanca de esta fuerza y este último se define sólo en función del eje de rotación.

* La línea de acción de una fuerza es una línea imaginaria que se extiende a partir de ambos extremos del vector que representa la fuerza.
* El brazo de palanca representa la distancia perpendicular desde el eje de rotación a la línea de acción de la fuerza F.
* Es muy importante que podemos reconocer que el momento de una fuerza respecto a un punto se define sólo cuando se específica un punto de referencia.

◆ *DIRECCIÓN DEL MOMENTO*

El momento de una fuerza respecto a un punto O esta representado por un vector perpendicular a $\vec{r}$ como $\vec{F}$; esto es perpendicular al plano que forma $\vec{r}$ y $\vec{F}$, y dirigido en el sentido de avance de un tornillo de rosca derecho rotado en el mismo sentido que la rotación producida por $\vec{F}$ alrededor de O.



La fuerza $\vec{F}$ tiene una mayor tendencia a rotar alrededor de O cuando F crece, y conforme el brazo de palanca d, aumenta.

UNIDAD

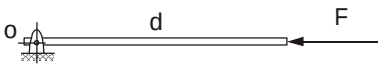
La unidad en el S.I. del momento de una fuerza es el newton-metro.

CUIDADO ▶ Al hablar de trabajo y energía llamamos joule a esta combinación, pero el momento de una fuerza no es trabajo ni energía. Así que debemos expresarlo en newton-metro, no joules.

El momento de una fuerza no debe confundirse con la fuerza.

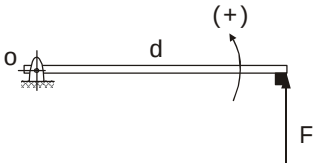
CASOS:

*



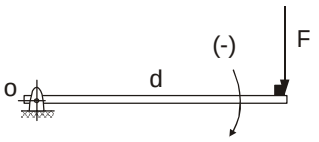
$M_O^F = 0\,N.m$

*



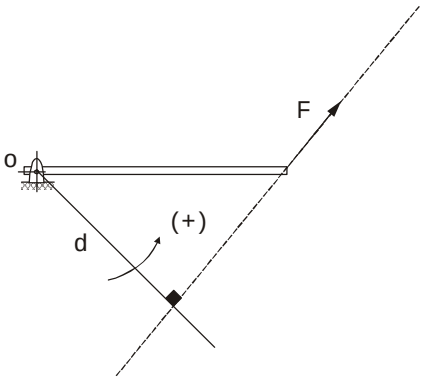
$M_O^F = +Fd$

*



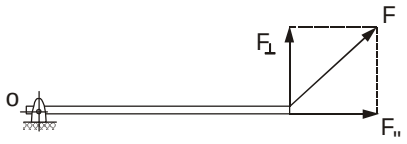
$M_O^F = -Fd$

*



$M_O^F = +Fd$

*



$$M_o^F = +M_o^{F''} + M_o^{F\perp}$$

◆ *EQUILIBRIO ESTÁTICO DE UNA PARTÍCULA*

Una partícula se encuentra en equilibrio relativo si la suma de todas las fuerzas que actúan sobre ella es cero; esto es:

$$\sum \vec{F} = 0$$

Si el objeto se trata de una partícula, ésta es la única condición que debe satisfacerse para el equilibrio. Esto significa que si la fuerza neta sobre la partícula es cero:

* La partícula permanece en reposo relativo (si originalmente estaba en reposo) o;
* Se mueve con velocidad constante (si originalmente estaba en movimiento).

◆ *EQUILIBRIO ESTÁTICO DE UN CUERPO RÍGIDO*

Cuando las fuerzas están actuando sobre un cuerpo rígido, es necesario considerar el equilibrio en relación tanto a la traslación como a la rotación. Por lo tanto, se requieren las condiciones siguientes:

I. ***La suma de todas las fuerzas debe ser cero (equilibrio de traslación):***

$$\sum \vec{F} = 0$$

II. ***La suma de todos los momentos de las fuerza con respecto a cualquier punto debe ser cero (equilibrio rotacional):***

$$\sum \vec{M}_O = 0$$

Las dos condiciones deben cumplirse simultáneamente para que el cuerpo se encuentre en equilibrio; si una falla, no hay equilibrio estático.

EQUILIBRIO Y REPOSO

Terminaremos este capítulo con una revisión de los conceptos de reposo y equilibrio.

* Una partícula se encuentra en reposo con relación a un observador inercial cuando su velocidad, medida por este observador es cero.
* Una partícula se encuentra en equilibrio con respecto a un observador inercial cuando su aceleración es cero.

Una partícula puede estar en reposo con relación a un observador inercial pero no estar en equilibrio.
Ejemplo: Cuando tiramos verticalmente hacia arriba la piedra, está momentáneamente en reposo cuando alcanza su altura máxima. Si embargo no esta en equilibrio. ¿Porqué?

Igualmente una partícula puede estar en equilibrio y no estar en reposo relativo a un observador inercial.
Ejemplo: En partícula libre, como no actúan fuerzas sobre ella, no hay aceleración y la partícula se encuentra en equilibrio.

La situación más común que se encuentra es aquella de una partícula que esta tanto en reposo como equilibrio al mismo tiempo.
Por dicha razón muchas personas consideran erróneamente los dos conceptos como sinónimos.

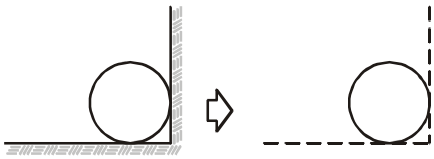
Por supuesto, una partícula en equilibrio puede estar siempre en reposo en algún sistema inercial de referencia.

EJERCICIOS PROPUESTOS

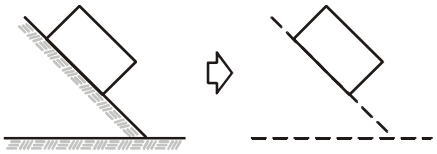
01. Realizar los D.C.L. de los cuerpos seleccionados en cada gráfico:

a.

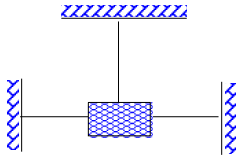
b.



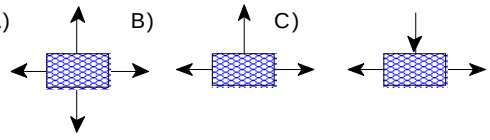
c.



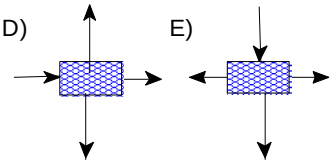
02. Indicar el diagrama de cuerpo libre (DCL) del bloque en equilibrio (las cuerdas están tensionadas):



A) B) C)

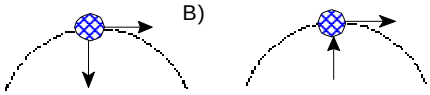


D) E)

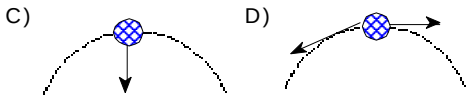


03. Se lanza una piedra en forma inclinada con un ángulo de inclinación «a «. Hallar el diagrama de cuerpo libre cuando la piedra se encuentra en el aire (Desprecie la resistencia del aire).

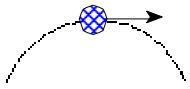
A) B)



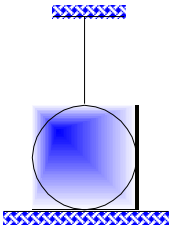
C) D)



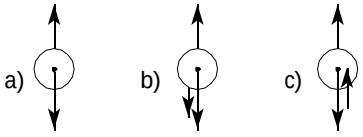
E)



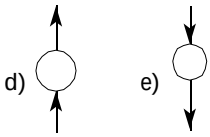
04. Hallar el diagrama de cuerpo libre de la esfera, en equilibrio:



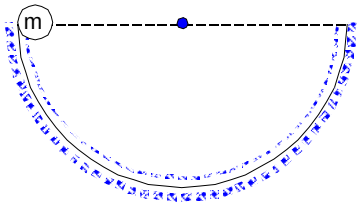
a) b) c)



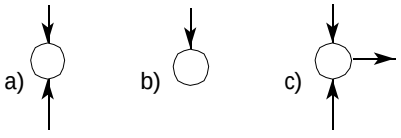
d) e)



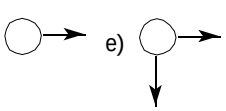
05. Hallar el diagrama de cuerpo libre de la esferita cuando pasa por el punto más bajo. (m = masa)



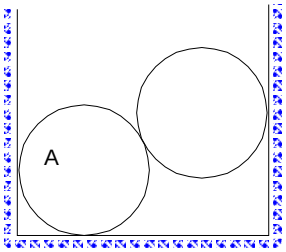
a) b) c)



d) e)

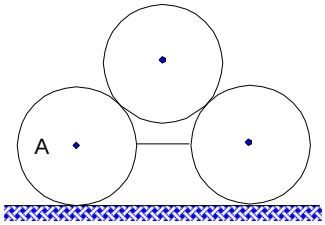


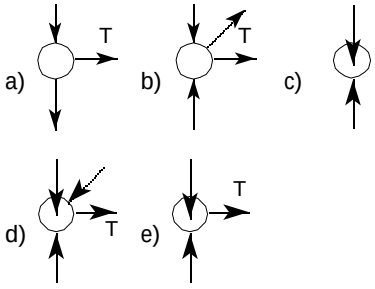
06. Indicar cuántas fuerzas actúan sobre «A» de masa m



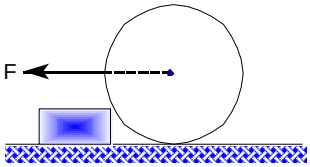
a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

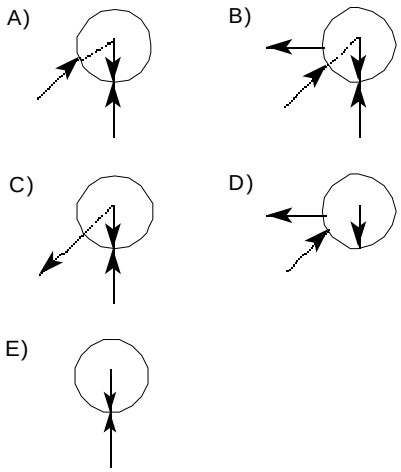
07. Hallar el diagrama de cuerpo libre (DCL) de la esfera «A»



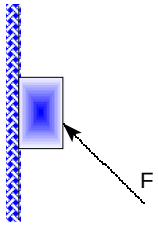


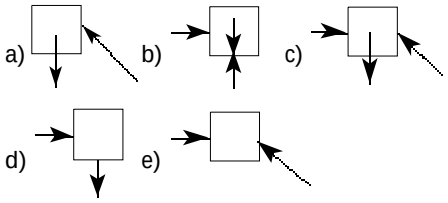
08. Indicar el D.C.L para la esfera de peso W



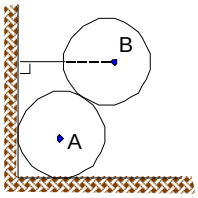


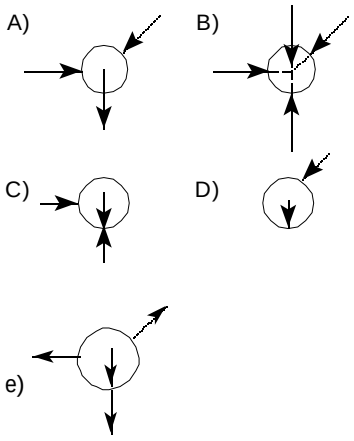
09. Indicar el D.C.L. correcto para el bloque de peso W



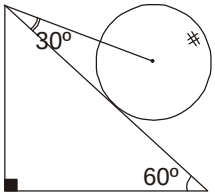


10. Indicar el D.C.L. correcto para la esfera A.



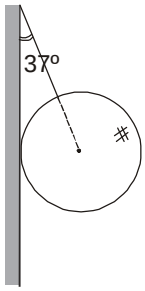


11. Hallar la tensión en la cuerda que soporta a la esfera de 6 kg en equilibrio; ($g = 10\ m/s^2$)



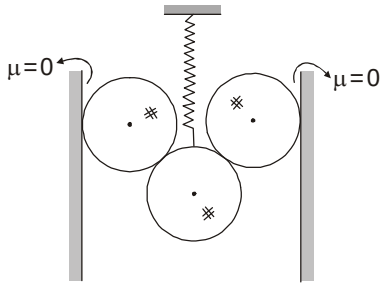
a) 20 N b) 30 N c) 40 N
d) 50 N e) 60 N

12. Calcular el valor de la tensión de la cuerda, si la esfera de 12 kg está en equilibrio. ($g = 10\ m/s^2$).



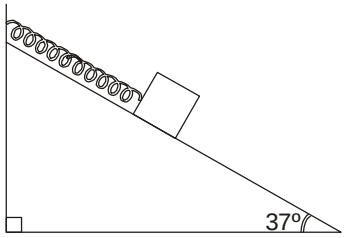
a) 90 N b) 120 N c) 150 N
d) 200 N e) 12 N

13. Si las esferas idénticas de 12 kg se mantienen en la posición mostrada. Hallar la deformación que experimenta el resorte de K = 3600 N/m.



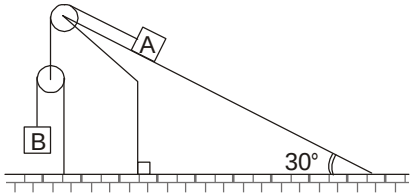
a) 1 cm b) 5 cm c) 10 cm
d) 20 cm e) 30 cm

14. Hallar la deformación que experimenta el resorte si el bloque permanece en la posición mostrada, experimentando una normal de 400 N; (K = 1000 N/m).



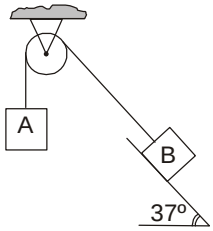
a) 10 cm b) 20 cm c) 30 cm
d) 40 cm e) 50 cm

15. Halle la relación entre los pesos de los bloques "A" y "B" para que el sistema esté en equilibrio, las superficies son lisas y las poleas ingrávidas.



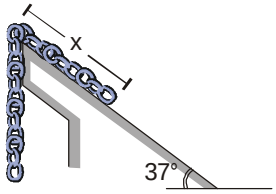
a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 8

16. Encuentre la relación entre los pesos de los bloques "A" y "B", para el equilibrio; no hay rozamiento.



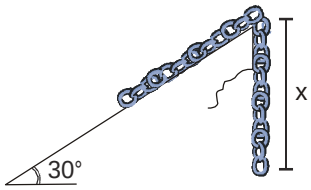
a) 2 b) 3/4 c) 3/5
d) 4/5 e) 1/2

17. Una cadena flexible y homogénea de 8 m de longitud se encuentra en equilibrio. Si el plano es liso, determinar "x" en metros.



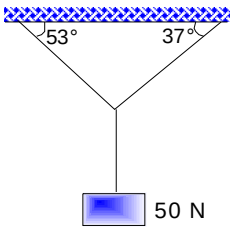
a) 4 m b) 5 m c) 6 m
d) 3 m e) 7 m

18. La cadena flexible y homogénea de 12 m de longitud se encuentra en equilibrio, si no hay rozamiento; determine "x".



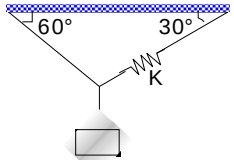
a) 2 m b) 3 m c) 4 m
d) 5 m e) 8 m

19. Calcular la tensión de cada cuerda, existe equilibrio



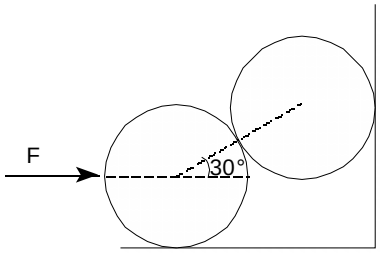
a) 30 N; 40 N b) 30 N; 30 N
c) 40 N; 40 N d) 50 N; 50 N
e) 25 N; 25 N

20. Al colgar el bloque de 80N de peso el resorte se estira 8 cm y los ángulos mostrados son del equilibrio. Calcular la constante de elasticidad del resorte.



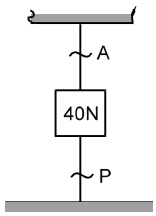
a) 5.10 ^{2} N/m^2 b) 5.10 ^{3} N/m^2
c) 15.10 ^{4} N/m^2 d) 25.10 ^{2} N/m^2
e) 1 500 N/m^2

21. Calcular la fuerza «F» para que exista equilibrio. Las esferas son iguales y pesan 10 N



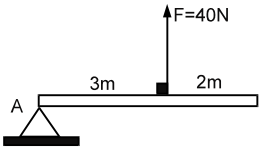
a) $10\sqrt{3}$ N b) $20\sqrt{3}$ N c) 10 N
d) 20 N e) 40 N

22. Si la tensión en «P» es de 30N. ¿Cuál será el valor de la tensión en «A».



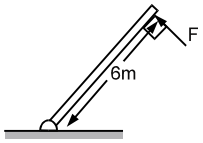
a) 60 b) 50 c) 70
d) 10 e) 0

23. Determinar el momento generado por F sobre la barra, alrededor del punto A.



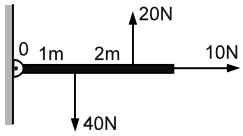
a) 80 Nm b) 120 Nm c) 200 Nm
d) -80 Nm e) -120 Nm

24. En la figura, determinar el momento de la fuerza «F» sobre la barra ingravida. Si F = 60N.



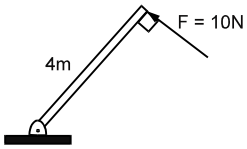
a) 260 N b) 120 N c) 360 N
d) 180 N e) 460 N

25. Calcular el momento resultante respecto al punto «O» de las fuerzas mostradas.



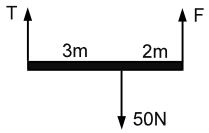
a) 20 Nm b) -20 Nm c) 40 Nm
d) 50 Nm e) 30 Nm

26. Determinar el momento que genera la fuerza «F» sobre la barra ingrávida alrededor de «O».



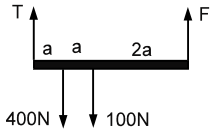
a) 20 Nm b) -20 Nm c) 40 Nm
d) -40 Nm e) 15 Nm

27. Si la barra esta en equilibrio. ¿Cuál será el valor de la fuerza F?



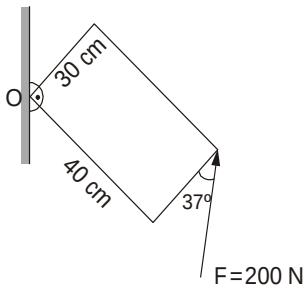
a) 20 N b) 30 N c) 40 N
d) 50 N e) 60 N

28. ¿Cuál es el valor de F para que la barra este en equilibrio?



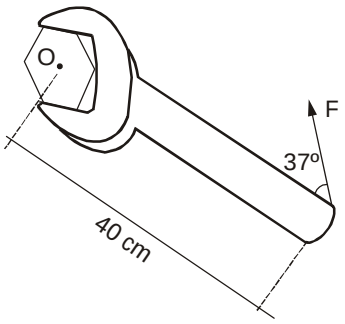
a) 100 N b) 150 N c) 200 N
d) 250 N e) 300 N

29. Hallar el momento de la fuerza F=200 N si la placa rectangular se encuentra articulada en "O".



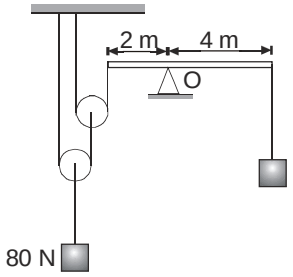
a) 50 N.m b) 80 N.m c) 100 N.m
d) 150 N.m e) 200 N.m

30. Calcular el momento de la fuerza F=50 N, si la llave gira entorno a "O".



a) 10 N.m b) 12 N.m c) 15 N.m
d) 20 N.m e) 40 N.m

31. El sistema mostrado en la figura está en equilibrio. Los pesos de las poleas y de la palanca, así como las fuerzas de fricción son despreciables.
Determine la reacción del apoyo "O" sobre la palanca.



a) 10 N b) 20 N c) 30 N
d) 40 N e) 50 N

32. Un cuerpo de peso $\vec{P}$ está sobre una superfície plana horizontal, sometido a una fuerza $\vec{F}$ paralela al plano, menor que la fuerza necesaria para moverlo. Siendo μ_S el coeficiente de fricción estático entre el cuerpo y el plano, la primera Ley de Newton se aplica en este caso con la siguiente forma:

a) $\vec{P} = 0$

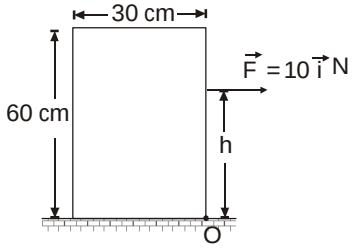
b) $F_a\left(\begin{array}{c}\text{fuerza de}\\ \text{fricción}\end{array}\right) = \mu_S N\left(\begin{array}{c}\text{N reacción del}\\ \text{plano al peso}\\ \text{del cuerpo}\end{array}\right)$

c) $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F_a} + \vec{F} = 0$

d) $F = \mu_S N$

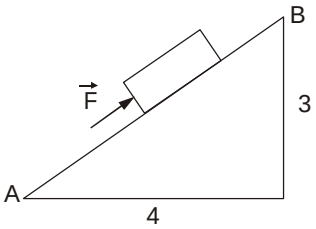
e) Ninguna de las expresiones indicadas es correcta.

33. Un bloque homogéneo que pesa 30 N, está apoyado sobre una superficie horizontal. Una persona aplica en el una fuerza horizontal de módulo F=10 N a una altura "h" arriba del suelo. Suponiendo que la persona aplica la fuerza a alturas cada vez mayores, determinar para qué valor de "h" el bloque comienza a inclinarse, girando en torno de "O".



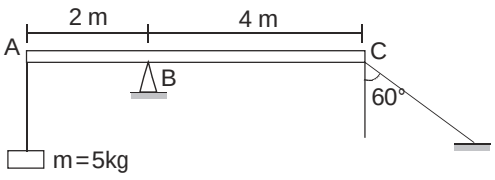
a) 25 cm b) 35 cm c) 45 cm
d) 55 cm e) 60 cm

34. En el plano inclinado AB se apoya una caja de 10 kg de masa. A fin de mantenerla en equilibrio se aplica una fuerza F paralela al plano inclinado. Las superficies presentan un coeficiente de rozamiento $\mu_S = 0{,}1$. En estas condiciones. ¿En qué intervalo de valores debe variar la magnitud de la fuerza F en Newtons a fin de mantener el estado de equilibrio?



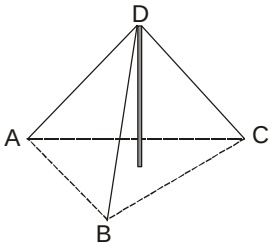
a) $26 \le F \le 45$ b) $45 \le F \le 52$
c) $52 \le F \le 68$ d) $68 \le F \le 86$
e) $86 \le F \le 104$

35. La viga ABC es de sección uniforme. Su peso propio es 40 Newtons y se apoya en una articulación (punto B). En el externo C se halla sometida a la tensión de un cable. Considerando el sistema en equilibrio, ¿cuánto valdrá la tensión en Newtons del cable?



a) 10 b) 15 c) 20
d) 25 e) 30

36. Tres cuerdas de 6 m de longitud cada una presionan verticalmente a un poste de 100 N de peso y 15.10^{-4} m^2 de sección transversal, como se muestra en la figura. El módulo de la tensión en cada cuerda es de $(50/\sqrt{6})$N. Escoja la presión correcta, en N/m^2, que el poste ejerce sobre el suelo. (Las cuerdas forman entre sí un ángulo de 60°).

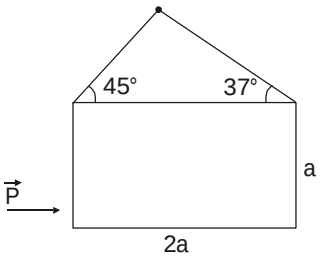


a) 10^5 b) 15.10^5 c) 10^6
d) 15.10^6 e) 10^{-4}

37. Se requiere de una fuerza horizontal con módulo de 10 Newtons para desplazar una caja de 3 kg de masa sobre un piso horizontal a una velocidad constante con módulo de 0,20 m/s. ¿Cuál es la magnitud (en N) de la fuerza de fricción que se opone al movimiento de la caja?

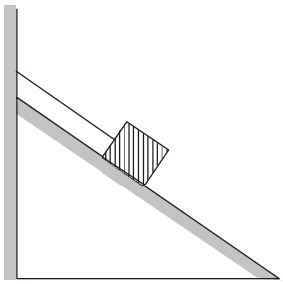
a) 10 b) 15
c) 20 d) 30
e) Faltan datos para determinarlo

38. Un espejo uniforme de 13 kg cuelga de dos cuerdas como se muestra. Encuentre la magnitud de la fuerza $\vec{P}$ necesaria para mantenerlo en su posición.



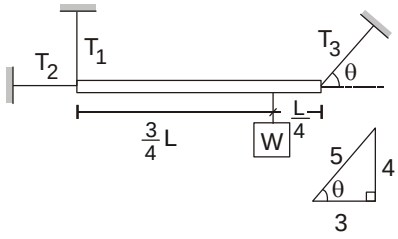
a) 0,5 N b) 0,5 $\vec{kg}$ c) 2,0 N
d) 1,0 N e) 9,8 $\vec{kg}$

39. La figura muestra un bloque de masa m sobre un plano inclinado. El bloque está sujeto por una cuerda para no caer por el plano.
Busque el enunciado correcto.



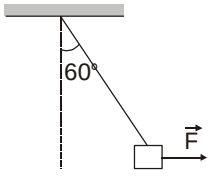
a) La tensión es independiente de si existe o no rozamiento.
b) La tensión es mayor cuando no hay rozamiento entre el bloque y el plano.
c) La tensión es mayor cuando hay rozamiento entre el bloque y el plano.
d) La tensión es mayor que el peso del bloque.
e) Ninguna de las anteriores.

40. Una barra uniforme, de peso 100 N, está sujeta mediante tres cuerdas, como se indica en la figura. Si una pesa W, de 200 N, se coloca en la posición indicada. ¿Cuáles serán los módulos de las tensiones, en Newton, en cada cuerda T_1, T_2, T_3 , respectivamente, para mantener la barra en equilibrio?



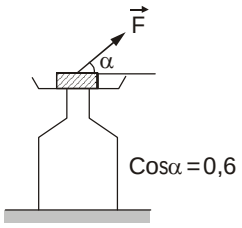
a) 150, 100, 200 b) 175, 150, 100
c) 250, 100, 150 d) 100, 150, 250
e) 150, 100, 150

41. El bloque de la figura tiene una masa de 3 kg y está suspendido de una cuerda, de masa despreciable. La cuerda forma un ángulo de 60° con la vertical, debido a que al bloque se le aplica la fuerza F. Determínese el valor de la fuerza F. (Asumir g = 10 m/s^2).



a) 47,24 N b) 49,35 N c) 51,96 N
d) 53,27 N e) 55,42 N

42. Un cuerpo de 0,5 kg de masa está sobre el plato de una balanza, y sufre la acción de una fuerza $\vec{F}$, la cual no es suficiente para moverlo. En esta situación, la balanza indica 0,3 kg. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza, $\vec{F}$? ($g = 10\ m/s^2$).

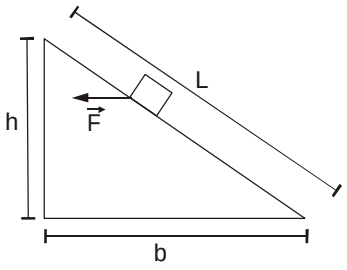


a) 0,5 N b) 1,5 N c) 2,0 N
d) 2,5 N e) 3,0 N

43. Una varilla rígida y uniforme se encuentra en equilibrio apoyada en su punto medio P. A continuación se coloca simultáneamente una masa m_1 = 12 kg, a 2 m a la izquierda; y otra m_2 = 8 kg, a 4 m a la derecha de P. Como resultado, la varilla:

a) Gira en sentido horario.
b) Gira en sentido antihorario.
c) Se desplaza a la derecha.
d) Se desplaza a la izquierda.
e) Continúa en equilibrio.

44. A un bloque de masa m que está sobre un plano inclinado sin fricción, se le aplica una fuerza $\vec{F}$ horizontal, de manera que el bloque permanece en equilibrio. Si L, b y h son las longitudes indicadas en la figura, entonces se cumple que:



a) F/L = mg/h b) F/mg = h/b
c) F/h = mg/h d) mg/F = h/L
e) F/mg = h/L

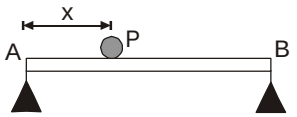
45. La escala de una balanza de resorte indica de 0 a 100 N y tiene una longitud de 20 cm. ¿Cuánto se estira el resorte si se le cuelga un peso de 32 N?

a) 5,4 cm b) 5,8 cm c) 6,0 cm
d) 6,4 cm e) 7,2 cm

46. Cuando una caja de 3,8 kg es empujada por una fuerza de 20 N, la cual hace un ángulo de 37° con la horizontal, realiza un movimiento con velocidad constante sobre una superficie horizontal. Luego, el coeficiente de fricción cinético entre la caja y la superficie es: ($g = 10\ m/s^2$, $Cos37° = 4/5$)

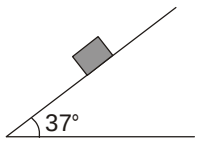
a) 0,22 b) 0,32 c) 0,42
d) 0,52 e) 0,62

47. Un peso P está colocado sobre una viga horizontal apoyada en A y B. La distancia ente los soportes es de 3 m y el peso P está situado de tal manera que la reacción en el soporte A es el doble de la reacción en el soporte B. Sin considerar el peso de la viga, la distancia x, en metros, para el equilibrio, es:



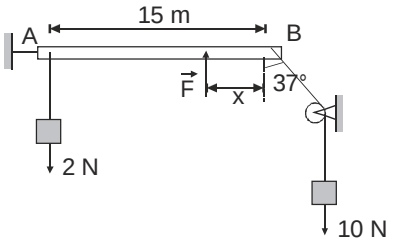
a) 0,5 b) 1,0 c) 1,5
d) 2,0 e) 2,5

48. Un pequeño bloque cúbico cuyo peso es 100 N está en equilibrio sobre un plano inclinado, como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción estático entre el bloque y el plano inclinado es 0,8. La magnitud de la fuerza que el plano ejerce sobre el bloque es:



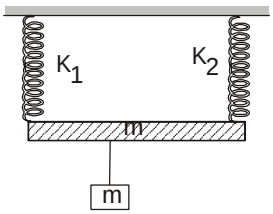
a) 100 N b) 80 N c) 64 N
d) 60 N e) 48 N

49. El módulo de la fuerza $\vec{F}$, en Newtons, y la distancia del punto B a la que debe ser aplicada, en metros, para que el sistema esté en equilibrio son, respectivamente: (Considerar barra AB ingrávida).



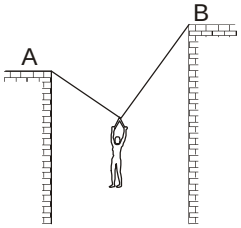
a) 14; 3 b) 14; 4 c) 14; 5
d) 10; 3 e) 10; 4

50. En la figura tenemos una varilla uniforme de longitud "L" y masa "m", sostenida por dos resortes de constantes K_1 y K_2, tales que $K_1 = 2K_2$. ¿A qué distancia del resorte de constante K_1 deberá colocarse un cuerpo de masa m para que la varilla se mantenga horizontalmente en equilibrio? (Los resortes tienen la misma longitud natural).



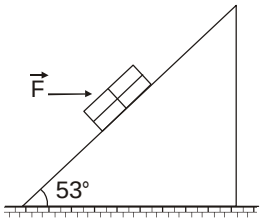
a) L/3 b) L/2 c) L/4
d) L/5 e) L/6

51. Una persona de 600 N de peso está sujeta a una polea que puede deslizarse a lo largo del cable inextensible de 5 m de longitud, cuyos extremos A y B están fijos a las paredes verticales separadas 4 m entre sí. En condiciones de equilibrio, halle la magnitud de la tensión del cable en N.



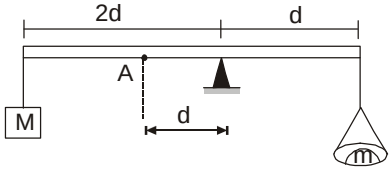
a) 200 b) 300 c) 500
d) 600 e) 1200

52. Mediante una fuerza horizontal se desea llevar hacia arriba, con movimiento uniforme, un bloque de 50 N sobre el plano inclinado mostrado en la figura. Si el coeficiente de cinética de fricción entre el bloque y el plano es 0,5; determinar la magnitud de dicha fuerza en Newtons.
(Asumir: $g = 10\ m/s^2$ y $Sen53° = 4/5$)



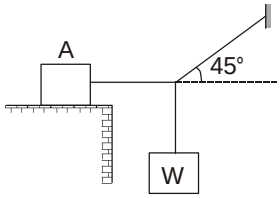
a) 175 b) 200 c) 225
d) 250 e) 275

53. La figura muestra una balanza de brazos desiguales en equilibrio. Al sumergir el bloque M en el agua se necesita que una masa m_A sea colocada en el punto A para que los brazos de la balanza queden nuevamente en equilibrio en posición horizontal. Calcular el módulo del empuje que sufre el bloque M al sumergirse en el agua.



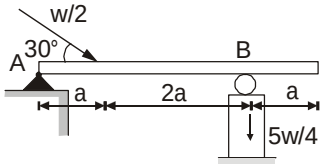
a) m_Ag b) $2m_Ag$ c) $\frac{m_A}{2}g$
d) $(m-m_A)g$ e) $-\frac{m_Ag}{2}$

54. El bloque A de la figura tiene una masa de 8 kg. El coeficiente estático de rozamiento entre este bloque y la superficie sobre la que reposa es 0,40. El rango de valores del peso W, en Newtons, para el cual el sistema permanece en equilibrio es: $(g = 10\ m/s^2)$.



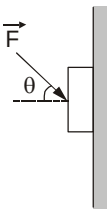
a) $0 < W \leq 40$ b) $10 < W \leq 30$
c) $0 < W \leq 30$ d) $0 < W \leq 35$
e) $0 < W \leq 32$

55. En el sistema de la figura, una viga homogénea de peso W es soportada en B por una varilla cilíndrica liviana de peso despreciable que reposa sobre una columna de peso 5W/4. ¿Cuál es el módulo del la fuerza que la base de la columna ejerce sobre el piso?



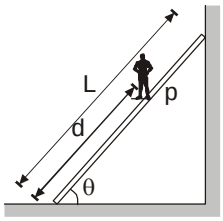
a) 2 W b) 5 W c) 4 W
d) 3 W e) 6 W

56. Un bloque es presionado contra una pared vertical mediante una fuerza cuyo módulo es 20 N, como se indica en la figura, en donde $\theta = 45°$. El coeficiente de fricción estático entre el bloque y la pared es 1,5. El máximo peso, en N, que puede tener el bloque para permanecer en equilibrio es:



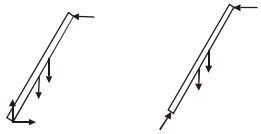
a) 5 b) $5\sqrt{2}$ c) $5\sqrt{3}$
d) 10 e) $5\sqrt{5}$

57. Una escalera uniforme de longitud L y peso W está apoyada contra una pared vertical formando un ángulo θ. Una persona de peso w está de pie sobre la escalera a una distancia d del extremo apoyado en el piso. Existe fricción entre el piso y la escalera pero no entre la pared y la escalera. ¿Cuál será el diagrama de cuerpo libre de la escalera?

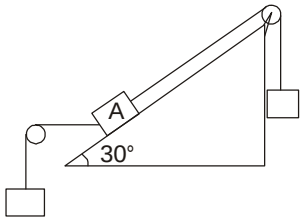


a) b) c)

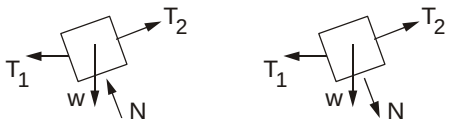
d) e)



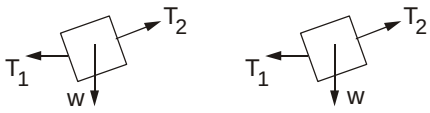
58. En la figura, el bloque A está en equilibrio estático y reposa sobre un plano inclinado sin fricción. Sean T_1 y T_2 las tensiones en las cuerdas izquierda y derecha, respectivamente, W el peso del bloque A y N la reacción normal del plano. Diga cuál de las siguientes figuras muestra el diagrama de cuerpo libre del bloque A.



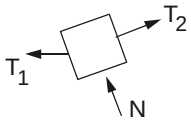
a) b)



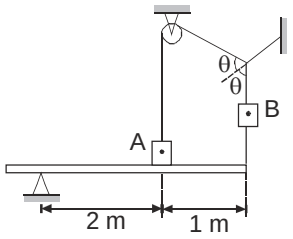
c) d)



e)

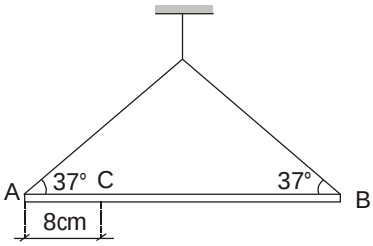


59. Si la barra es de peso despreciable y los pesos de los bloques A y B se diferencian en 15 N, determinar el valor de la fuerza de reacción en el punto de apoyo para que el sistema se mantenga en equilibrio.



a) 1 N b) 2 N c) 3 N
d) 4 N e) 6 N

60. La barra uniforme mide 32 cm, si del punto C se cuelga un bloque de igual peso que la barra, determinar el ángulo que se inclinará la barra para la nueva posición de equilibrio.



a) 16° b) 18,5° c) 23°
d) 26,5° e) 8°

Claves

01.	-
02.	a
03.	c
04.	c
05.	a
06.	d
07.	d
08.	b
09.	c
10.	b
11.	e
12.	c
13.	c
14.	c
15.	d
16.	c
17.	b
18.	c
19.	a
20.	a
21.	a
22.	c
23.	b
24.	c
25.	a
26.	c
27.	b
28.	b
29.	c
30.	b

31.	c
32.	c
33.	c
34.	c
35.	e
36.	a
37.	a
38.	e
39.	b
40.	d
41.	c
42.	b
43.	a
44.	b
45.	d
46.	b
47.	b
48.	a
49.	d
50.	e
51.	c
52.	e
53.	c
54.	e
55.	a
56.	b
57.	e
58.	a
59.	c
60.	b

Capítulo

8

DINÁMICA

SEGUNDA LEY DE NEWTON

La segunda Ley de Newton estudia a los cuerpos que tienen una fuerza resultante diferente de cero actuando sobre él.

Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, éste se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. La aceleración del cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa, si la masa es constante.

De este modo, es posible relacionar la fuerza y la masa con el siguiente enunciado matemático de la segunda Ley de Newton:

$$\boxed{\vec{a} = B\frac{\vec{F_R}}{m}} \quad \text{..... I}$$

El símbolo de proporcionalidad B puede reemplazarse por la unidad siempre que estemos en el S.I.
Hay al menos 4 aspectos de la segunda Ley de Newton que merecen una atención especial:

* Primero, la ecuación I es vectorial y se puede escribir:

$$\boxed{\sum \vec{F} = m\vec{a}} \quad \text{..... II}$$

  Cada componente de la fuerza total es igual a la masa multiplicada por la componente correspondiente de la aceleración: $\sum F_x = ma_x$; $\sum F_y = ma_y$; $\sum F_z = ma_z$.

* Segundo, el enunciado de la segunda ley se refiere a fuerzas externas, es decir, fuerzas ejercidas sobre el cuerpo por otros cuerpos de su entorno.

* Tercero, las ecuaciones $\vec{a} = \frac{\vec{F_R}}{m}$ y $\vec{F_R} = m\vec{a}$ son equivalentes y sólo son válidas si la masa "m" es constante.

* Cuarto, la segunda Ley de Newton sólo es válida en sistemas inerciales de referencia.

UNIDADES DE FUERZA Y MASA

Sistema de unidades	Masa	Aceleración	Fuerza
S.I.	kg	m/s^2	$1N \equiv kg.m/s^2$

PESO W

Sabemos que todos los objetos son atraídos hacia la tierra. La fuerza ejercida por la tierra sobre un objeto se denomina el peso del objeto w. Esta fuerza está dirigida hacia el centro de la tierra y su punto de aplicación se ubica en el centro de gravedad del objeto.
El peso de un objeto es una fuerza, una cantidad vectorial y podemos escribir como una ecuación vectorial

$$\boxed{\vec{W} = m\vec{g}}$$

Donde "m" es la masa del objeto y "g" es la aceleración de la gravedad.

* Puesto que depende de g, el peso varía con la ubicación geográfica.
* Los cuerpos pesan menos a altitudes mayores que al nivel del mar, esto es porque $\vec{g}$ disminuye con las distancias crecientes desde el centro de la tierra.
* El peso, a diferencia de la masa, no es una propiedad inherente de un cuerpo.
* Es importante entender que el peso de un cuerpo actúa sobre el cuerpo todo el tiempo, esté en caída libre o no.

Un astronauta de 80.0 kg pesa (80.0)(9.80 m/s^2) = 784 N en la superficie de la tierra, pero en la luna sólo pesaría (80.0 kg)(1,62 m/s^2) = 129,6 N.

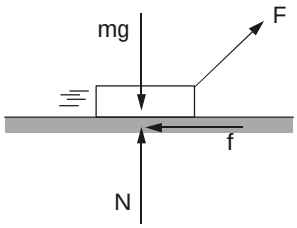
APLICACIÓN DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON

(Para sistema inercial de referencia).

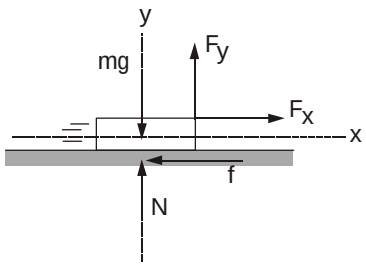
Ahora podemos analizar problemas de dinámica, donde aplicamos la segunda Ley de Newton a cuerpos en aceleración (no en equilibrio). En este caso la fuerza neta sobre el cuerpo no es cero; es igual a la masa del cuerpo multiplicado por su aceleración.

El siguiente procedimiento se recomienda para abordar problemas que requieren la aplicación de las leyes de Newton:

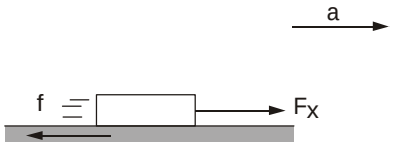
* Aísle al objeto cuyo movimiento se analiza. Dibuje un diagrama de cuerpo libre para este objeto. No incluya en el diagrama de cuerpo libre las fuerzas que el objeto ejerce sobre sus alrededores.



* Establezca ejes coordenadas convenientes para cada objeto y determine las componentes de las fuerzas a lo largo de estos ejes.



* Aplique la segunda Ley de Newton:



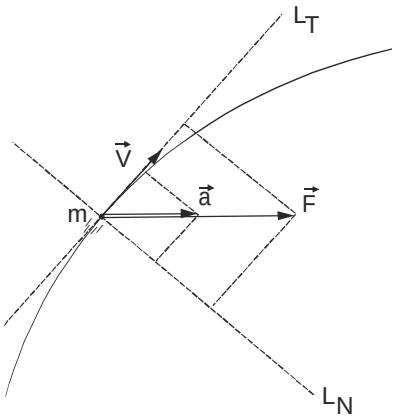
podemos observar que las fuerzas perpendiculares a la aceleración se anulan entre si.

* Otra forma de aplicar, si se conoce la dirección de la aceleración.

$$F_R = \underset{\text{a favor de "a"}}{\sum F} - \underset{\text{encuentra de "a"}}{\sum F} = ma$$

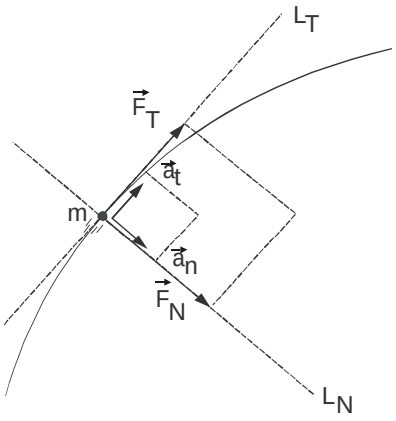
* En el ejemplo dado, hasta el momento hemos tratado el movimiento rectilíneo; consideremos ahora el caso del movimiento curvilíneo.

Para producir el movimiento curvilíneo, la fuerza resultante debe estar haciendo un ángulo con respecto a la velocidad, de modo que la aceleración tenga una componente perpendicular a la velocidad que proporciona el cambio en la dirección del movimiento.



$$\boxed{\vec{F} = m\vec{a}}$$

De la relación $\vec{F} = m\vec{a}$ llegamos a la conclusión:



* La componente de la fuerza perpendicular a la trayectoria, o la fuerza normal o centrípeta es

$$\boxed{F_N = ma_N \quad o \quad F_N = m\frac{V^2}{\rho}}$$

donde ρ es radio de curvatura.

* La fuerza centrípeta es responsable del cambio en la dirección de la velocidad.

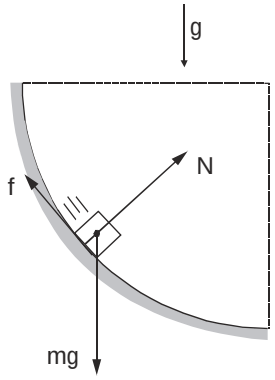
* La componente de la fuerza tangente a la trayectoria, o la fuerza tangenciales, es:

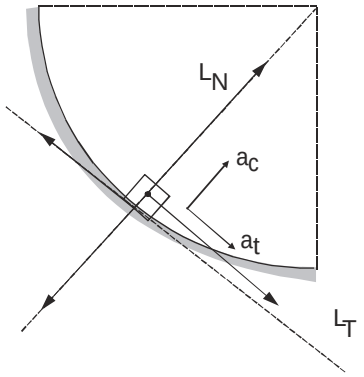
$$\boxed{F_T = \sum F_t = ma_T}$$

* La fuerza tangencial es responsable del cambio en la magnitud de la velocidad.

Analicemos un caso particular de movimiento circular, ρ es el radio R y V = wR, de modo que la fuerza centrípeta es también:

$$\boxed{F_c = m\frac{V^2}{R} = mw^2R}$$



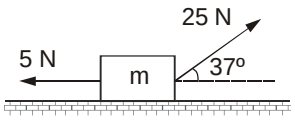


* $F_c = \sum F_{\text{van hacia el centro}} - \sum F_{\text{salen del centro}} = ma_c$

* $F_r = \sum F_{\text{a favor de } a_t} - \sum F_{\text{en contra de } a_t} = ma_t$

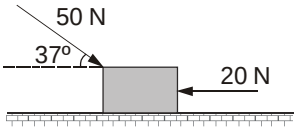
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Calcular el módulo de la aceleración que experimenta el bloque, el piso es liso y m = 5 kg.



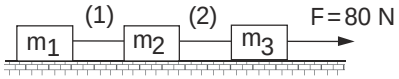
a) 2 m/s^2 b) 1 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 4 m/s^2 e) 5 m/s^2

02. Halle el módulo de la aceleración del cuerpo de 4 kg. (No considere el rozamiento).



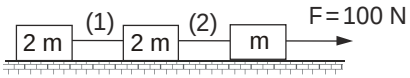
a) 6 m/s^2 b) 2 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 5 m/s^2 e) 4 m/s^2

03. Hallar las tensiones (1) y (2) y dar como respuesta la suma de ellas. Desprecie el rozamiento, $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 3$ kg, $m_3 = 5$ kg.



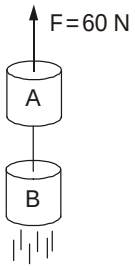
a) 84 N b) 96 N c) 60 N
d) 56 N e) 50 N

04. Halle la relación entre las tensiones (1) y (2).



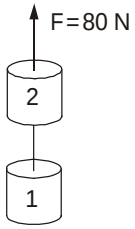
a) 3/4 b) 1/4 c) 3/7
d) 1/2 e) 8/7

05. Determinar el módulo de la tensión de la cuerda que une los bloques. ($m_A = 3$ kg, $m_B = 2$ kg, $g = 10$ m/s^2).



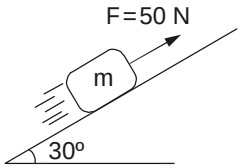
a) 20 N b) 60 N c) 24 N
d) 30 N e) 18 N

06. Para el sistema mostrado, se pide encontrar el módulo de la tensión de la cuerda que une los bloques, $m_1 = 6$ kg, $m_2 = 4$ kg, $g = 10$ m/s^2.



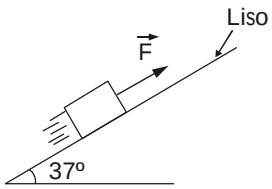
a) 24 N b) 34 N c) 50 N
d) 48 N e) 54 N

07. Determine el módulo de la aceleración que experimenta el bloque mostrado en la figura. El piso es liso. ($g = 10$ m/s^2; $m = 4$ kg).



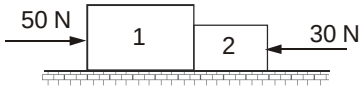
a) 4 m/s^2 b) 7,5 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 6,4 m/s^2 e) 5,5 m/s^2

08. Si el bloque de 2 kg sube a razón de 3 m/s^2. Calcular el módulo de $\vec{F}$. ($g = 10$ m/s^2).



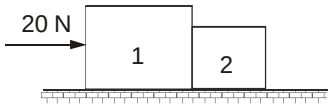
a) 18 N b) 15 N c) 20 N
d) 24 N e) 26 N

09. Halle el módulo de la fuerza de interacción entre los bloques de masas $m_1 = 3$ kg y $m_2 = 2$ kg. El piso es liso.



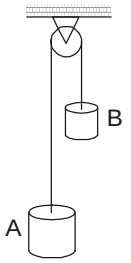
a) 28 N b) 34 N c) 38 N
d) 42 N e) 36 N

10. Calcular el módulo de la fuerza de contacto entre los bloques; siendo sus masas. $m_1 = 6$ kg y $m_2 = 4$ kg. No hay rozamiento.



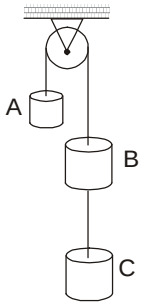
a) 5 N b) 10 N c) 7 N
d) 12 N e) 8 N

11. Determinar el módulo de la tensión de la cuerda que une a los bloques A y B.
$m_A = 6$ kg; $m_B = 4$ kg; $g = 10$ m/s^2.



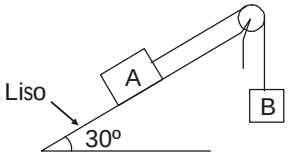
a) 52 N b) 38 N c) 48 N
d) 54 N e) 42 N

12. Determine el módulo de la tensión de la cuerda que une los bloques B y C; $m_A = 7$ kg, $m_B = 2$ kg, $m_C = 1$ kg. ($g = 10$ m/s^2).



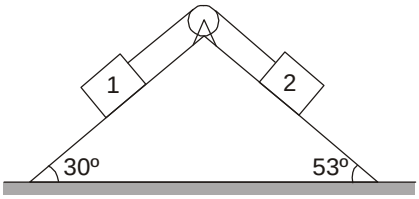
a) 10 N b) 14 N c) 12 N
d) 18 N e) 15 N

13. Halle el módulo de la aceleración del sistema. Si: $m_A = 9\ m_B$. ($g = 10$ m/s^2).



a) 2 m/s^2 b) 4,4 m/s^2 c) 2,5 m/s^2
d) 3,8 m/s^2 e) 2,8 m/s^2

14. Determine el módulo de la aceleración del sistema mostrado. $m_1 = m_2 = 5$ kg.
($g = 10$ m/s^2). Piso liso.



a) 3,5 m/s^2 b) 2 m/s^2 c) 1,5 m/s^2
d) 4 m/s^2 e) 1 m/s^2

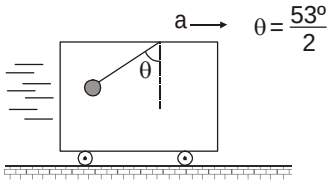
15. Una persona de 60 kg se encuentra dentro de un ascensor y sobre una balanza. Si el ascensor acelera hacia arriba a razón de 2m/s^2. ¿Cuál es la lectura de la balanza?
($g = 10$ m/s^2)

a) 480 N b) 560 N c) 680 N
d) 750 N e) 720 N

16. Del techo de un ascensor se suspende un bloque de 4 kg mediante una cuerda. ¿Cuál será el módulo de la tensión de la cuerda, cuando el ascensor suba con 3 m/s^2?
($g = 10$ m/s^2)

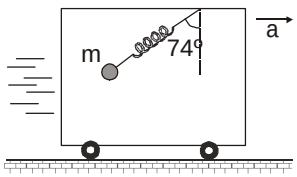
a) 48 N b) 52 N c) 36 N
d) 40 N e) 32 N

17. Halle el módulo de la aceleración del carrito.
($g = 10$m/s^2).



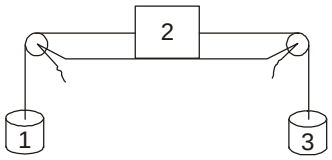
a) 1 m/s^2 b) 5 m/s^2 c) 4 m/s^2
d) 3 m/s^2 e) 6 m/s^2

18. Halle el estiramiento del resorte. $m = 7$ kg, $K = 50$ N/cm.
($g = 10$ m/s^2)



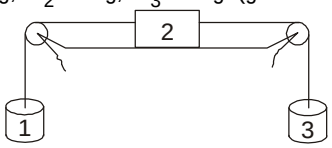
a) 4 cm b) 2 cm c) 1 cm
d) 3 cm e) 5 cm

19. Calcule el módulo de la aceleración de los bloques; $m_1 = 5$ kg, $m_2 = 2$ kg, $m_3 = 3$ kg. El piso es liso.
($g = 10$ m/s^2)



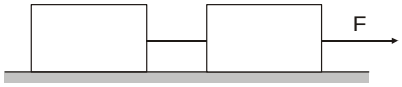
a) 4 m/s^2 b) 3 m/s^2 c) 2 m/s^2
d) 5 m/s^2 e) 6 m/s^2

20. Halle el módulo de la tensión de la cuerda que sostiene el bloque "1".
$m_1 = 6$ kg, $m_2 = 1$ kg, $m_3 = 3$ kg. ($g = 10$ m/s^2)



a) 42 N b) 38 N c) 60 N
d) 50 N e) 70 N

21. Dos cuerpos idénticos que están unidos por una cuerda yacen sobre una mesa horizontal. La cuerda puede soportar sin romperse una tensión de 2 N. Sin considerar la fricción entre los cuerpos y la mesa, la fuerza F máxima en newtons que puede aplicarse a uno de los cuerpos para que la cuerda no se rompa es:

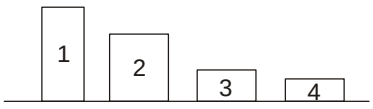


a) 5 N b) 4 N c) 3 N
d) 2 N e) 1 N

22. Un pequeño cuerpo de masa de 200 g gira describiendo una circunferencia sobre una superficie horizontal lisa, sujeto a un eje clavado en la superficie unido por una cuerda de 20 cm de longitud. Si el cuerpo da 2 vueltas completas por segundo, la fuerza ejercida por la cuerda sobre el cuerpo será en dinas: (1N = 10^5 dinas).

a) 0 b) $6{,}4\pi .10^3$
c) $6{,}4.10^4$ d) $6{,}4.10^4$
e) $6{,}4\pi^2 .10^4$

23. Se tienen 4 bloques de madera con una masa de 10 kg cada uno, pero de diferentes áreas de base y alturas, que reposan sobre una superficie horizontal de vidrio (ver figura). Si se pone en movimiento horizontal a cada bloque mediante la aplicación de una misma fuerza horizontal, entonces los bloques opondrán una resistencia debido a la fricción, tal que:



a) resist. 4 > resist. 1
b) resist. 2 > resist. 3
c) resist. 1 = resist. 2 < resist. 4
d) resist. 2 = resist. 3 > resist. 1
e) Ninguna de las anteriores.

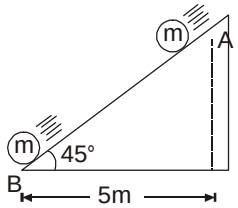
24. Un automóvil de masa 1000 kg circula con rapidez $v = 10$ m/s por un puente que tiene la forma de un arco circular vertical de radio 50m. Entonces, el valor de la fuerza de reacción del puente sobre el automóvil en el punto más alto de la trayectoria circular es:
($g = 10$ m/s^2).

a) 10^4 N b) 6.10^3 N c) 7.10^3 N
d) 8.10^3 N e) 10^3 N

25. Un muchacho que pesa 250 kg-f en una balanza, se pone en cunclillas en ella y salta repentinamente hacia arriba. Si la balanza indica momentáneamente 550 N en el instante del impulso, ¿cuál es la máxima aceleración del muchacho en este proceso?
($g = 10$m/s^2).

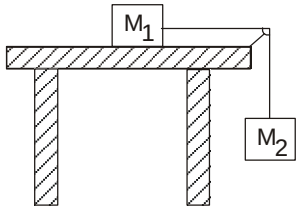
a) 3,2 m/s^2 b) 10 m/s^2 c) 12 m/s^2
d) 22 m/s^2 e) 32 m/s^2

26. Una esfera de masa ***m*** se desplaza del punto A (partiendo del reposo) al punto B en un plano inclinado sin fricción. La rapidez que tendrá en el punto B será:
($g = 10$ m/s^2).



a) $10\sqrt{5}$ m/s b) $10\sqrt{2}$ m/s
c) $10\sqrt{7}$ m/s d) 10 m/s
e) $10\sqrt{\frac{5}{7}}$

27. Un cuerpo de masa $M_1 = 10$ kg se encuentra sobre una mesa horizontal y es amarrada a una pesa de masa $M_2 = 2$ kg a través de una cuerda (ver figura). Considerando el coeficiente de fricción 0,1 y $g = 10$ m/s^2, la aceleración con la cual avanza M_2 es:



a) 10 m/s^2 b) 5/3 m/s^2 c) 5/6 m/s^2
d) 5/12 m/s^2 e) 5 m/s^2

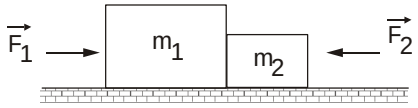
28. Un carrito se desplaza (con respecto a Tierra) con aceleración de 5 m/s^2 hacia la derecha. Sobre él reposa un bloque de 1,2 kg de masa. La magnitud de la fuerza resultante que actúa sobre el bloque será (en newtons):

a) Falta conocer el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el carrito.
b) 6 N
c) 5 N
d) 1,2 N
e) 1 N

29. Un bloque de 5 kg se coloca sobre un plano inclinado que forma ángulo de 37° con la horizontal. Al soltarlo con velocidad cero, se desliza una distancia de 400 cm en 10 s. ¿Cuál es el valor aproximado del coeficiente de fricción?
Considerar: g = 10 m/s^2.

a) 0,59 b) 0,65 c) 0,70
d) 0,74 e) 0

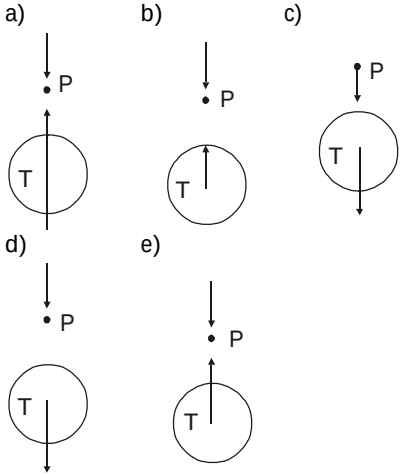
30. Dos bloques están en contacto sobre una superficie sin fricción. Se aplican dos fuerzas horizontales $\vec{F}_1$ y $\vec{F}_2$ tal como se muestran en la figura. Si $m_1 = 3$ kg; $m_2 = 2$ kg; $F_1 = 6$ newtons y $F_2 = 2$ newtons. ¿Cuál es la fuerza que un bloque ejerce sobre el otro?



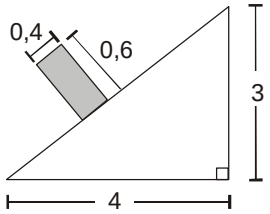
a) 4,5 N b) 8,0 N c) 3,6 N
d) 6,0 N e) 6,4 N

31. La Tierra atrae con cierta fuerza a una piedra que se encuentra en su cercanía, y por supuesto, la piedra también atrae a la Tierra. A continuación se muestran diagramas en los que se especifican ambas fuerzas. Indicar el diagrama correcto.

a) b) c)

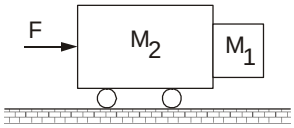


32. Un bloque de dimensiones 0,40 × 0,40 × 0,60 m y peso W se coloca sobre un plano inclinado rugoso (coeficientes de fricción estático y cinético 0,80 y 0,70 respectivamente). En estas condiciones el bloque tenderá a:



a) Deslizarse con aceleración igual g/2.
b) Deslizarse con aceleración igual g/3.
c) Deslizarse con aceleración igual g/4.
d) No se deslizará pero se volcará.
e) Ni se deslizará ni se volcará.

33. En la figura se pide calcular la mínima aceleración de M_2, para que la masa M_1 no resbale sobre M_2 con coeficiente de fricción estático 0,2.
(Considere g = 9,8 m/s^2).

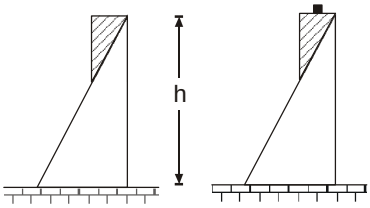


a) 9,8 m/s^2 b) 20 m/s^2 c) 49 m/s^2
d) 81 m/s^2 e) $1{,}96\frac{M_1}{M_2}$ m/s^2

34. Se jala un bloque de masa 4 kg apoyado sobre una superficie horizontal rugosa (coeficientes de fricción estático y dinámico; 0,2 y 0,1; respectivamente) aplicando una fuerza horizontal de magnitud igual a 9 N. En estas condiciones, ¿cuánto valdrá el ángulo que forman la reacción total de la superficie sobre el bloque, con la línea-normal a esta superficie horizontal?
(Tome g = 10 m/s^2).

a) $\text{Tan}^{-1}(0{,}1)$ b) $\text{Tan}^{-1}(0{,}2)$
c) $\text{Tan}^{-1}(0{,}3)$ d) $\frac{\pi}{4}$
e) $\frac{\pi}{2}$

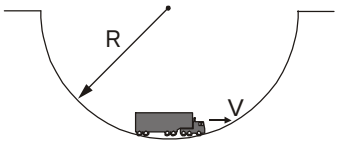
35. Al deslizarse (partiendo del reposo) sobre una rampa lisa, un cuerpo de masa M, necesita t segundos para bajar h metros. Se repite el experimento, pero ahora, se le coloca encima otro cuerpo de masa m, midiéndose que el tiempo de bajada es t_1 segundos. Entonces:



a) $t_1 = \frac{m}{M}t$ b) $t_1 = \frac{M}{m}t$ c) $t_1 = \frac{m}{m+M}t$

d) $t_1 = \frac{M}{m+M}t$ e) $t_1 = t$

36. Un camión de masa m se desplaza con la velocidad y sobre una pista cóncava de radio R, como se muestra en la figura. La fuerza que ejerce el camión sobre la pista en el punto más bajo es:
(g es la aceleración de la gravedad).



a) $mg - mv^2/R$ b) $mg + mv^2/R$

c) mv^2/R d) $mg - \sqrt{2gR}$

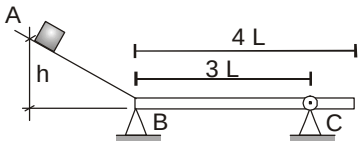
e) $mg + \sqrt{2gR}$

37. Un cuerpo de 5 newtons de peso es transportado con velocidad constante por F1 sobre una superficie horizontal, siendo el coeficiente de fricción, $u_k = 0{,}64$. Si se quisiera transportarlo con una aceleración de 0,4 m/s^2 será necesario incrementar F_1 en ($g = 10\ m/s^2$).

a) 2.10^{-2} N b) 2.10^{-1} N c) 2.10^{0} N

d) 2.10^{1} N e) 0 N

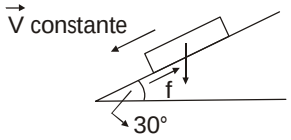
38. Un cuerpo de masa 2 m, partiendo del reposo, se desliza por un plano inclinado, luego sobre una barra horizontal homogénea, cuya masa es m y longitud 4 L, y que se encuentra apoyada en B y C, tal como muestra la figura. Si la barra puede rotar alrededor de C, determine el tiempo que el cuerpo se desliza sobre la vara horizontal hasta que la reacción en el apoyo B sea cero. Desprecie todo rozamiento.

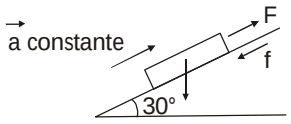


a) $\frac{7L}{2\sqrt{gh}}$ b) $\frac{5L}{2\sqrt{gh}}$ c) $\frac{3L}{2\sqrt{2gh}}$

d) $\frac{7L}{2\sqrt{2gh}}$ e) $\frac{5L}{2\sqrt{2gh}}$

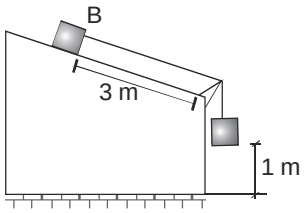
39. Un cuerpo que pesa 10 N desciende con velocidad constante por un plano que hace un ángulo de 30° con la horizontal. La fuerza F, en newtons, que hace subir al cuerpo paralelamente al plano inclinado con aceleración constante igual a la aceleración de la gravedad es:



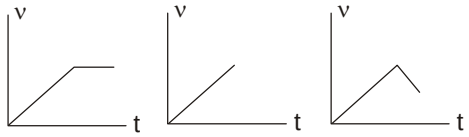


a) 45 b) 40 c) 30
d) 20 e) 15

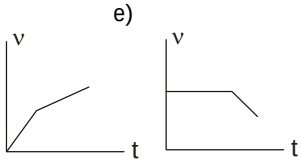
40. Un bloque B sobre un plano inclinado sin fricción está unido mediante una cuerda a una masa m como se indica en la figura. Ambos parten del reposo. ¿Qué gráfica muestra mejor la velocidad del bloque después de soltarlo (antes de llegar a la polea)?



a) b) c)



d) e)



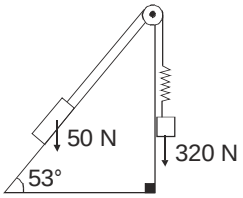
41. Un bloque se desliza sin fricción desde el reposo hacia abajo por un plano inclinado que hace un ángulo de 45° con la horizontal. Cuando se desliza sobre otro plano que tiene la misma inclinación que el anterior pero con un coeficiente de fricción μ, también partiendo desde el reposo, el tiempo empleado en recorrer la misma longitud es el doble. Hallar el valor de μ.

a) 1/4 b) 1/3 c) 4/9
d) 3/4 e) 4/3

42. El punto más bajo de una trayectoria curvilínea en un plano vertical tiene un radio de curvatura de 25 m. ¿Qué fuerza ejercerá la pista sobre un carro de 500 kg cuando pasa justo por ese punto, siendo su velocidad instantánea 20 m/s? ($g = 10\ m/s^2$).

a) $1{,}1.10^4$ N b) $1{,}2.10^4$ N
c) $1{,}3.10^4$ N d) $1{,}4.10^4$ N
e) $1{,}5.10^4$ N

43. Dos bloques de pesos 50 N y 320 N están unidos por una cuerda unida a un resorte de masa despreciable y de constante k = 778,3 N/m, como se indica en la figura. El resorte se estira por acción de los pesos y se inicia el movimiento de ambos bloques. Hallar, en cm, el estiramiento del resorte durante este movimiento. ($g = 10\ m/s^2$).

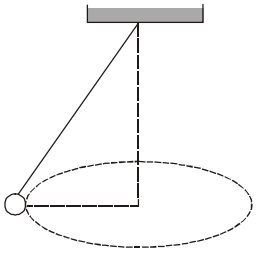


a) 1,0 b) 5,0 c) 10,0
d) 15,0 e) 20,0

44. La mínima fuerza horizontal necesaria para hacer mover un cuerpo de 100 N de peso que descansa sobre una superficie horizontal, es de 40 N. Cuando esta fuerza se aplica al cuerpo éste se mueve con una aceleración de 0,392 m/s^2. Los coeficientes de fricción estático y cinético son entonces, respectivamente: ($g = 9{,}8\ m/s^2$).

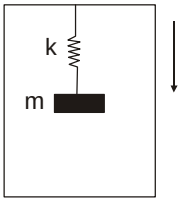
a) 0,6; 0,28 b) 0,5; 0,32 c) 0,3; 0,4
d) 0,4; 0,36 e) 0,2; 0,44

45. Hallar la frecuencia cíclica (en número de vueltas por segundo) del péndulo cónico mostrado en la figura, si la cuerda tiene 50 cm de longitud y forma 37° con la vertical durante el movimiento circular de la bolita. ($g = 10\ m/s^2$).



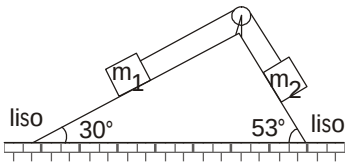
a) $2{,}5/\pi$ b) $\pi/2$ c) 5
d) 7,5 e) 10

46. Un ascensor tiene una aceleración de 1 m/s^2 hacia abajo. ¿Cuál será el estiramiento en metros del resorte adherido al techo del ascensor?
Si m = 1 kg, $g = 10\ m/s^2$ y k = 36 N/m



a) 0,15 b) 0,25 c) 0,35
d) 0,45 e) 0,55

47. Determine la aceleración (en m/s^2) del sistema mostrado en la figura. La cuerda es inextensible $m_1 = 2\ m_2$; $g = 10\ m/s^2$.

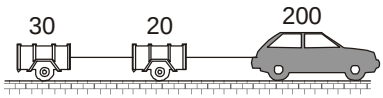


a) 2/3 b) 3/2 c) 3/4
d) 4/3 e) 5/3

48. Calcular la fuerza constante, en newtons, necesaria para detener en 5 segundos un automóvil de 1500 kg de masa que marcha a una velocidad de 20 m/s.

a) 1250 b) 5000 c) 6000
d) 7500 e) 12500

49. En la figura, el automóvil está jalando a los vagones con una aceleración de 5 m/s^2 (las masas en kg se indican en la figura).

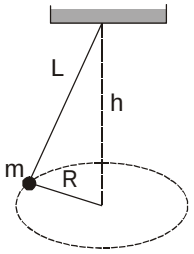


Halle la fuerza total de rozamiento en las 4 llantas del automóvil (considere que las llantas no resbalan sobre el piso).
a) 1250 N b) 1000 N c) 250 N
d) 1050 N e) 1500 N

50. A una masa de 100 kg, en reposo, se le aplica una fuerza horizontal constante de 1000 N para hacerla deslizar sobre una superficie horizontal sin fricción. Al final del tercer segundo cesa la fuerza. ¿Qué espacio, en metros, recorrerá en 10 segundos, contando a partir del instante en que se comienza aplicar la fuerza?

a) 45 b) 500 c) 300
d) 50 e) 255

51. Considerar el péndulo cónico mostrado en la figura. Si h es la distancia del punto de suspensión al plano del movimiento, R es el radio de la circunferencia descrita por la masa m, y L es la longitud de la cuerda, entonces, el periodo del péndulo es:

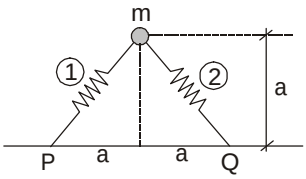


a) $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ b) $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ c) $2\pi\sqrt{\frac{R^2}{hg}}$

d) $2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$ e) $2\pi\sqrt{\frac{h^2}{Rg}}$

52. Se tienen dos resortes ideales 1 y 2 con la misma constante de recuperación k y longitudes naturales a y 2a, respectivamente. Se fijan estos resortes por uno de sus extremos en los puntos P y Q en un plano horizontal y por el otro se unen a un bloque de masa m en la posición mostrada en la figura. Si $ka = (\sqrt{6}+\sqrt{3})$ newton, entonces el módulo de la fuerza resultante, en newton que ejercen estos resortes sobre el bloque (considerando despreciable el peso de los resortes) es:

Nota: $\sqrt{9-6\sqrt{2}} = \sqrt{6}-\sqrt{3}$



a) $\sqrt{6}+\sqrt{3}$ b) $\sqrt{6}-\sqrt{3}$ c) $\sqrt{6}$
d) $\sqrt{3}$ e) 3

53. En el plano (x,y) una fuerza tiene la componente $F_x = y$, y la componente $F_y = x$. En cuál de los siguientes puntos (x,y), la fuerza F hace el menor ángulo con el eje x.

a) $(\sqrt{3},1)$ b) $(1,\sqrt{3})$ c) (3,0)
d) (1,1) e) $(\sqrt{2},1)$

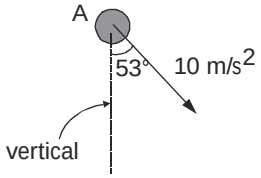
54. Una masa puntual de 0,5 kg gira sin fricción sobre una superficie horizontal, describiendo un circulo de radio 0,8 m con un periodo de 0,4 s. La fuerza que lo mantiene girando, en N es:

a) $2\pi^2$ b) $4\pi^2$ c) $6\pi^2$
d) $8\pi^2$ e) $10\pi^2$

55. El coeficiente de fricción cinético entre un bloque y un plano, inclinado 30° con respecto a la horizontal, es $1/(2\sqrt{3})$. La longitud del plano es 5 m. Si el bloque parte del reposo desde la parte superior del plano, su rapidez, en m/s, al llegar al punto más bajo, es: (considere $g = 10\ m/s^2$).

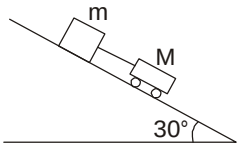
a) 3,5 b) 4,0 c) 4,5
d) 5,0 e) 5,5

56. El cuerpo A mostrado en la figura acelera en la dirección mostrada con 10 m/s^2. Luego la fuerza F, adicional al peso, que actúa sobre A hace un ángulo con la horizontal igual a: (considere $g = 10\ m/s^2$, $\cos 53° = 3/5$).



a) ArcTg1/5 b) ArcTg1/2 c) ArcTg2
d) ArcTg1/3 e) ArcTg1/4

57. Dos bloques de masas m = 15 kg y M = 10 kg, se desplazan a lo largo de un plano inclinado como se muestra en la figura. La fuerza de rozamiento sobre el bloque de masa m es constante e igual a 2 N y el rozamiento sobre el bloque de masa M es nulo. La tensión en la cuerda vale:
($g = 9{,}8\ m/s^2$).

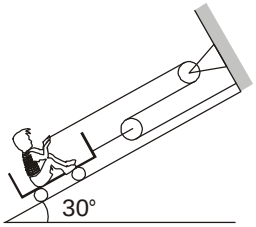


a) 0,8 N b) 2,0 N c) 4,8 N
d) 8,0 N e) 48,0 N

58. Un patinador sobre hielo recorre una pista circular sin fricción, de radio 12 m ,con una rapidez de 6 m/s. ¿Cuál debe ser el ángulo de peraltado que debe tener la pista para que pueda recorrer la circunferencia sin incidentes? (considere $g = 10\ m/s^2$).

a) Tg^{-1} (0,1) b) Tg^{-1} (0,2) c) Tg^{-1} (0,3)
d) Tg^{-1} (0,4) e) Tg^{-1} (0,5)

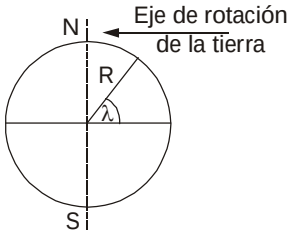
59. El joven de la figura ejerce una fuerza de 1000 N sobre la cuerda para que el coche suba por la rampa. Hallar el módulo de la aceleración, en m/s^2, que adquiere el sistema si el peso del joven y del coche es de 2000 N. Desprecie el rozamiento y considere $g = 10\ m/s^2$.



a) 0 b) 2,5 c) 5,0
d) 7,5 e) 10,0

60. La magnitud de la velocidad, paralela al plano ecuatorial, de una persona que se encuentra en un punto de la superficie terrestre de latitud λ, en m/s, si el radio de la tierra mide $6{,}36.10^6$ m y tomando la cantidad.

$J = \frac{\pi}{7200} \times 1{,}06 \times 10^6$, es:



a) $JCos(\lambda/2)$ b) $JCos(\lambda)$
c) $JCos(\lambda/3)$ d) $JCos(\lambda/4)$
e) $2JCos(\lambda)$

Claves

01.	c
02.	d
03.	d
04.	d
05.	c
06.	d
07.	b
08.	a
09.	c
10.	e
11.	c
12.	b
13.	b
14.	c
15.	e
16.	b
17.	b
18.	e
19.	c
20.	a
21.	b
22.	e
23.	e
24.	d
25.	c
26.	d
27.	c
28.	b
29.	d
30.	c

31.	b
32.	d
33.	c
34.	a
35.	e
36.	b
37.	b
38.	d
39.	d
40.	d
41.	d
42.	c
43.	c
44.	d
45.	a
46.	b
47.	a
48.	c
49.	a
50.	e
51.	c
52.	e
53.	b
54.	e
55.	d
56.	c
57.	a
58.	c
59.	e
60.	b

Capítulo

9 ROZAMIENTO

FUERZA DE FRICCIÓN

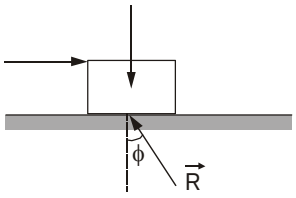
Cuando hay dos cuerpos en "contacto", tal como en el caso de un libro que reposa sobre una mesa, hay una resistencia que se opone al movimiento relativo entre los dos cuerpos. Dicha resistencia recibe el nombre de "fuerza de fricción" por deslizamiento. Esta fuerza es muy importantes en nuestra vida cotidiana. Nos permite caminar o correr y son necesarias para el movimiento de vehículos rodantes (fricción por rodamiento).

FRICCIÓN ESTÁTICA Y CINÉTICA

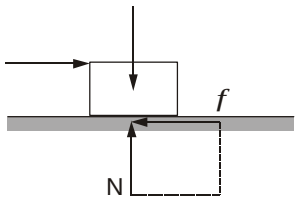
Las fuerzas de fricción pueden ser estática o cinética dependiendo de la situación que se presente, pero limitaremos el estudio presente al rozamiento seco, es decir, a problemas que se ocupan de cuerpos rígidos que están en contacto a lo largo de superficies no lubricadas.

Pero no debemos olvidar que la única fuerza que la superficie le aplica al cuerpo en estudio es la reacción.

Analizaremos que la reacción tiene dos componentes en una superficie en contacto la normal y la fricción.



$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}$$

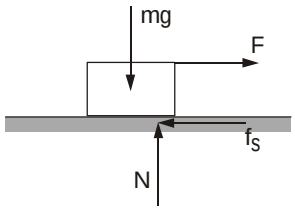


$$R = \sqrt{N^2 + f^2} \qquad \text{Tan}\,\phi = \frac{f}{N}$$

I. FUERZA DE FRICCIÓN ESTÁTICA

Si aplicamos una fuerza horizontal externa F a un bloque sobre una mesa horizontal, como se muestra en la figura, hacia la derecha, el bloque permanece estacionario si F no es suficientemente grande. La fuerza que se contrapone a F y evita que el bloque se deslice y actúa en contra de la tendencia a deslizar, recibe el nombre de fuerza de fricción **f** .

* Mientras el bloque no está deslizando, f = F. Puesto que el bloque está estacionario, llamamos a esta fuerza fricción, la fuerza de fricción estática, f_s.



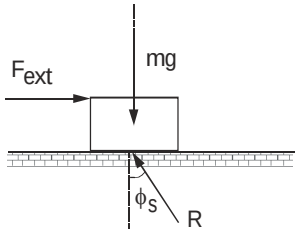
$$0 \le f_s \le F_{s,max}$$

Experimentalmente se encuentra que, hasta una buena aproximación f_{smax} es proporcional a la fuerza normal que actúa sobre el bloque. Esto es verificable cuando el cuerpo se encuentra a punto de deslizarse (movimiento inminente).

Movimiento inminente:

$$F_{s\,max} = \mu_s N$$

donde μ_s es una constante llamada coeficiente de fricción estática, μ_s es número puro sin unidades. (Constante adimensional).
Si el bloque se encuentra en movimiento inminente se cumple:



$$\mu_s = \text{Tan}\,\phi_s$$

Esto se demuestra experimentalmente en un plano inclinado, cambiando el ángulo del plano inclinado para que el bloque se encuentre en movimiento inminente.

* Si incrementamos la magnitud F, en algún momento el bloque se deslizará. Cuando el bloque está a punto de deslizarse, f_s es un máximo, y se llama fuerza de fricción estática máxima $f_{s,máx}$ (movimiento inminente es, decir, a punto de deslizar).
* Cuando F supera a $f_{s,\,max}$, el bloque se desliza.

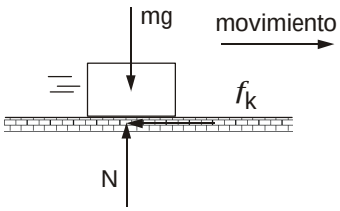
II. FUERZA DE FRICCIÓN CINÉTICA

Supongamos, por ejemplo, que empujamos un libro a lo largo de una mesa, dándole cierta velocidad. Después es soltado, disminuye su velocidad y hasta que se detiene. Esta perdida de la velocidad es una indicación de la existencia de una fuerza opuesta al deslizamiento. Esta fuerza se denomina ***fricción por deslizamiento*** y se debe a la interacción entre las moléculas de los dos cuerpos, algunas veces llamada cohesión y adhesión, dependiendo de si los cuerpos son del mismo o diferente material. El fenómeno es algo complejo y depende de muchos factores tales como la condición y la naturaleza de las superficies, la velocidad relativa, etc.

El tipo de fricción que actúa cuando un cuerpo se desliza sobre una superficie es la fuerza de fricción cinética f_k.

* Podemos verificar experimentalmente que la f_k tiene una magnitud que, para muchos propósitos prácticos, puede considerarse como proporcional a la fuerza normal N.

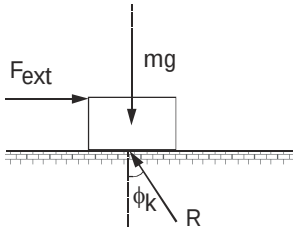
$$f_k = \mu_k N$$



donde μ_k es una constante llamada coeficiente de fricción cinética, μ_k es número puro sin unidades. (constante adimensional).

* La fuerza de fricción por deslizamiento se opone al deslizamiento del cuerpo.

* Si el bloque se encuentra moviéndose con velocidad constante se cumple:



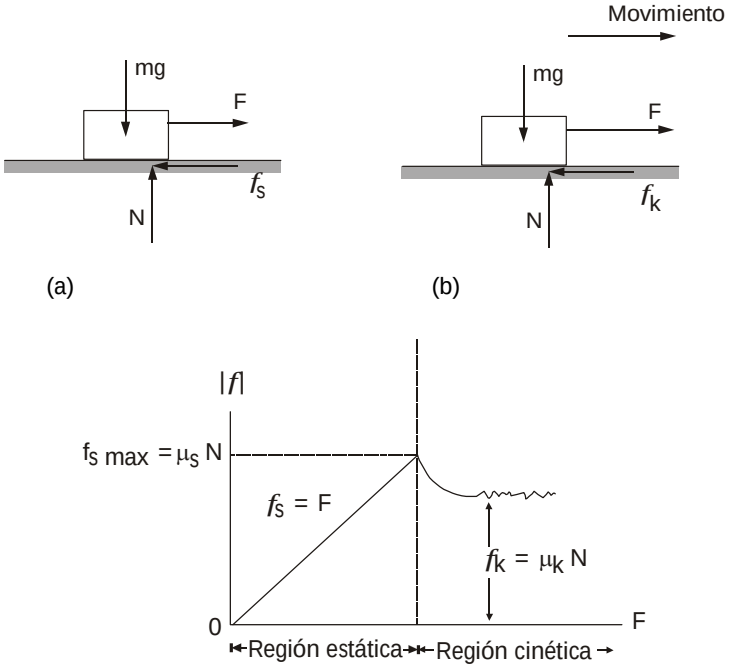
$\mu_k = \text{Tan}\ \phi_k$

Esto se demuestra experimentalmente en un plano inclinado, cambiando el ángulo del plano inclinado para que el bloque se desplace con velocidad constante.

CUIDADO ► Cuando dos cuerpos "A" y "B" están en contacto las fuerzas de fricción ejercidas respectivamente por "A" sobre "B" y por "B" sobre "A" tienen dirección opuesta e igual magnitud (Tercera Ley de Newton). La dirección de la fuerza de fricción que actúa sobre un cuerpo "A" es opuesta la del deslizamiento (o movimiento inminente) de A cuando se observa de "B". De un modo semejante se determina la dirección de la fuerza de rozamiento que actúa sobre B. Obsérvese que se determina por un movimiento relativo.

Para el mismo objeto en estudio y la misma superficie se cumple: $\phi_k < \phi_s$.

ANALISIS DE LA FRICCIÓN



De la figura:

(a) La magnitud de la fuerza de fricción estática es igual a la fuerza aplicada.

(b) Cuando la magnitud de la fuerza aplicada supera a la de la fuerza de fricción cinética, el bloque acelera a la derecha.

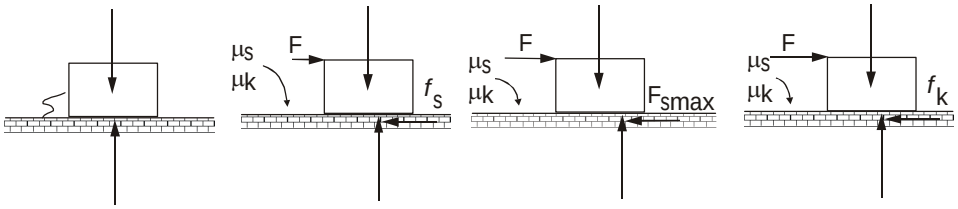
(c) Una gráfica de la fuerza de fricción contra la fuerza aplicada. Advierta que $f_{s,\ max} > f_k$.

Las observaciones experimentales indican hasta una buena aproximación:

- ***Los valores de*** μ_k ***y*** μ_s ***dependen de la naturaleza de las superficies, aunque*** μ_k ***es por lo general, menor que*** μ_s***.***
- ***Los coeficientes de fricción son casi independientes del área de contacto entre las superficies.***
- ***La fuerza de fricción también depende de la rapidez del cuerpo relativa a la superficie. Ignoramos este efecto y supondremos que*** μ_k ***y*** f_k ***son independientes de la rapidez para concentrarnos en los casos más simples.***

La naturaleza aproximada de las ecuaciones $f_{s, máx}$ y f_k se demuestra fácilmente tratando de lograr que el bloque se deslice hacia abajo por un plano inclinado a velocidad constante.

A partir de la descripción anterior, parece que pueden presentarse cuatro situaciones diferentes cuando un cuerpo rígido se pone en contacto con una superficie horizontal: $0 \leq F < F' < F''$.



$f = 0$
sin fricción

$f_s = F$
sin movimiento
$(F < f_{smax})$

$f_{smax} = \mu_s N$
movimiento inminente
$(F = f_{smax})$

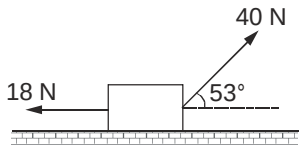
$f_k = \mu_k N$
movimiento
$(F > f_{smax})$

FRICCIÓN POR RODAMIENTO

Es mucho más fácil mover un archivero cargado sobre un piso horizontal un carrito con ruedas que deslizando. ¿Cuánto más fácil es?. Podemos definir un coeficiente de fricción por rodamiento u_r, que es la fuerza horizontal necesaria para lograr una rapidez constante sobre una superficie plana dividida entre la fuerza normal ejercida por la superficie. Los ingenieros de transporte llaman a u_r resistencia a la tracción y tiene un valor típico de 0,002 a 0,003 para ruedas de acero sobre rieles de acero y 0,01 a 0,02 para ruedas de caucho sobre concreto (hormigón). Ésta es "una" de las razones por la que el combustible suele rendir más en ferrocarriles que en camiones.

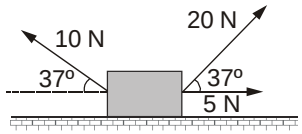
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Sabiendo que el cuerpo se encuentra en reposo, hallar el módulo de la fuerza de rozamiento.



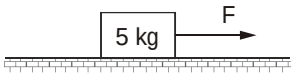
a) 2 N b) 4 N c) 6 N
d) 8 N e) 10 N

02. El cuerpo se encuentra en reposo. Halle el módulo de la fuerza de rozamiento.



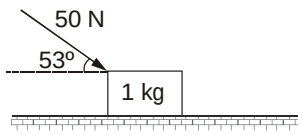
a) 15 N b) 20 N c) 12 N
d) 18 N e) 24 N

03. Hallar el módulo de la fuerza de rozamiento. El bloque está a punto de moverse. ($g=10\ m/s^2$; $\mu_k=0,2$; $\mu_s=0,8$).



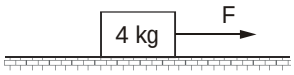
a) 20 N b) 35 N c) 40 N
d) 60 N e) 25 N

04. El bloque está en movimiento inminente. Halle el módulo de la fuerza de rozamiento. ($g=10\ m/s^2$; $\mu_k=0,2$; $\mu_s=0,5$).



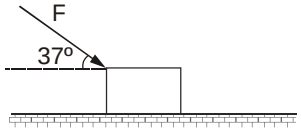
a) 15 N b) 25 N c) 10 N
d) 12 N e) 16 N

05. Calcule el módulo de la fuerza "F". El cuerpo viaja a velocidad constante. ($\mu_s=0,5$; $\mu_k=0,2$; $g=10\ m/s^2$)



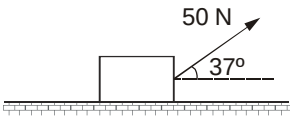
a) 8 N b) 20 N c) 16 N
d) 4 N e) 10 N

06. Hallar el módulo de la fuerza "F", si el bloque de 7 kg; resbala con velocidad constante. ($g=10\ m/s^2$; $\mu_k=0,4$.



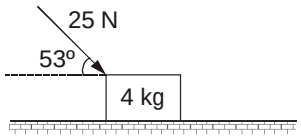
a) 25 N b) 35 N c) 50 N
d) 100 N e) 20 N

07. Determine el valor del coeficiente de rozamiento cinético, si el bloque de 8 kg. se desplaza con M.R.U. ($g=10\ m/s^2$).



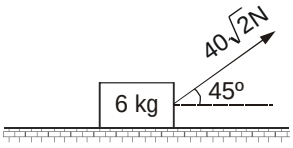
a) 0,8 b) 0,1 c) 0,2
d) 0,3 e) 0,7

08. Calcule el módulo de la aceleración del bloque. ($g=10\ m/s^2$; $\mu_s=0,2$; $\mu_k=0,1$).



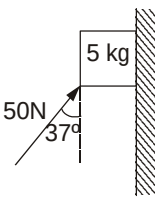
a) 1,5 m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 3,5 m/s^2 e) 2,25 m/s^2

09. Halle el módulo de la aceleración del bloque. ($g=10\ m/s^2$; $\mu_k=0,5$).



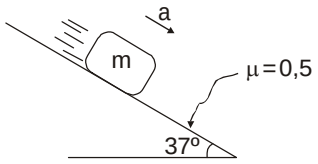
a) 1 m/s^2 b) 3 m/s^2 c) 4 m/s^2
d) 5 m/s^2 e) 2 m/s^2

10. Determine el módulo de la aceleración del bloque; e indicar su dirección. ($g=10\ m/s^2$; $m_k=0,2$).



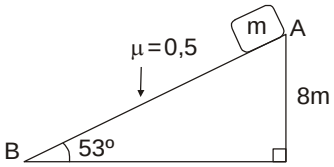
a) 2 m/s^2 ($\uparrow$) b) 0,8 m/s^2 ($\downarrow$)
c) 1 m/s^2 ($\downarrow$) d) 0,5 m/s^2 ($\uparrow$)
e) 1,5 m/s^2 ($\uparrow$)

11. Calcule la aceleración del bloque mostrado en la figura. ($g=10\ m/s^2$; $m=5$ kg).



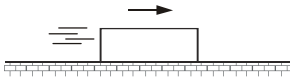
a) $3\ m/s^2$ b) $4\ m/s^2$ c) $2\ m/s^2$
d) $6\ m/s^2$ e) $1\ m/s^2$

12. El cuerpo se deja libre en el punto "A". Halle el tiempo que tarda en llegar al punto "B". ($m=5$ kg ; $g=10\ m/s^2$).



a) 10 s b) 2 s c) 4 s
d) 3 s e) 5 s

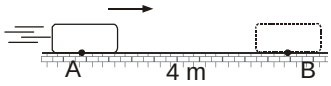
13. Se lanza una moneda de masa "m" sobre un piso áspero. Halle el módulo de la aceleración y su dirección. $\mu_k=0,1$.



a) $2\ m/s^2$ $\rightarrow$ b) $1\ m/s^2$ $\leftarrow$ c) $2\ m/s^2$ $\leftarrow$

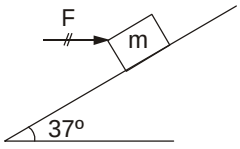
d) $1\ m/s^2$ $\rightarrow$ e) Falta conocer "m".

14. Sobre un piso áspero, se arroja una moneda en el punto "A" y se detiene luego de recorrer 4 m, en el punto "B". Halle el tiempo empleado en dicho recorrido. ($\mu_k=0,2$; $g=10\ m/s^2$).



a) 3 s b) 4 s c) 2 s
d) 1 s e) Faltan datos

15. Hallar el máximo valor de "F"; de tal forma que el bloque esté en reposo. ($\mu_s=0,5$; $g=10\ m/s^2$; $m=2$ kg).

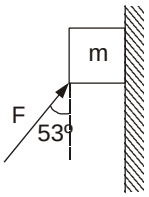


a) 15 N b) 25 N c) 30 N
d) 20 N e) 40 N

16. Del problema anterior, halle el mínimo valor de "F" para que el bloque "m" se mantenga en reposo.

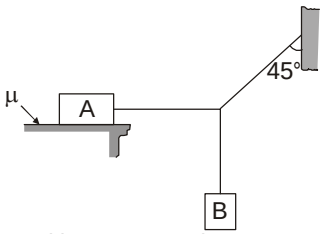
a) 8 N b) 10 N c) 5 N
d) 15 N e) 20 N

17. Halle la relación entre la fuerza máxima y la fuerza mínima, para que el bloque se mantenga en reposo. ($m=2$ kg; $g=10\ m/s^2$; $\mu_s=0,5$).



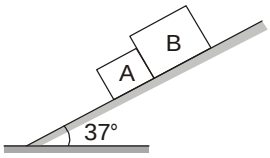
a) 40 b) 3 c) 4
d) 5 e) 2

18. El bloque "A" de la figura pesa 100 N y el bloque "B" 25 N. Hallar el módulo de la fuerza de rozamiento sobre el bloque "A" sabiendo que el sistema se encuentra en equilibrio. $\mu=0,4$.



a) 15 N b) 20 N c) 25 N
d) 40 N e) 35 N

19. En el diagrama los pesos de "A" y "B" valen respectivamente 5 N y 10 N. El bloque "B" es liso pero "A" es rugoso ($\mu_k=0,3$). Halle el módulo de la fuerza de contacto entre los bloques $g=10\ m/s^2$.

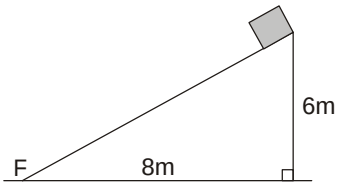


a) 2 N b) 0,8 N c) 1 N
d) 3 N e) 4 N

20. Se jala un bloque de 4 kg apoyado sobre una superficie horizontal rugosa (coeficiente de fricción estático y cinético 0,2 y 0,1 respectivamente) aplicando una fuerza horizontal de 9 N. Determinar el módulo de la fuerza de rozamiento. ($g=10\ m/s^2$).

a) 8 N b) 9 N c) 4 N
d) 7 N e) 3 N

21. Desde la posición indicada en la figura se deja en libertad un bloque, si éste llega al punto "F" en dos segundos. Halle el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie. ($g=10\ m/s^2$).

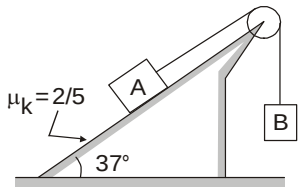


a) 1/8 b) 1/4 c) 3/4
d) 1 e) 1/3

22. Determine el mínimo tiempo que puede emplear un automóvil para recorrer 3,6 km en línea recta sobre una pista horizontal cuyos coeficientes de rozamiento con los neumáticos son 0,8 y 0,6. (Considere el auto inicialmente en reposo, $g=10\ m/s^2$).

a) 5 s b) 10 s c) 20 s
d) 30 s e) 40 s

23. Calcular el módulo de la aceleración del sistema, si las masas de A y B valen 30 y 50 kg respectivamente.

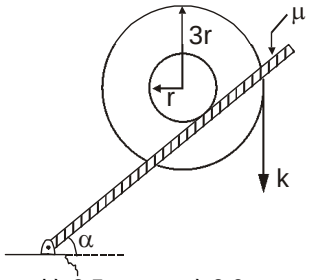


a) 0 b) 4,76 m/s^2 c) 3,02 m/s^2
d) 1,81 m/s^2 e) 2,74 m/s^2

24. Se deja caer una caja sobre una cinta transportadora que se mueve a 3 m/s. Si la caja esta inicialmente en reposo y $\mu_k = 1/3$. ¿Cuánto tiempo transcurrirá hasta que cese el desplazamiento? ($g=10\ m/s^2$).

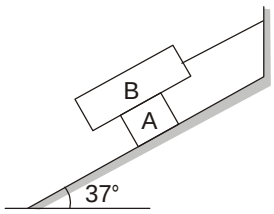
a) 0,3 s b) 0,9 s c) 0,5 s
d) 1,2 s e) 1,5 s

25. Dos discos con centros solidarios de densidades homogéneas, tienen un peso total de "4 k". Hallar el coeficiente de rozamiento "μ" sabiendo que se mantienen en equilibrio. Calcular μ mínimo.



a) 0,25 b) 0,5 c) 0,6
d) 0,8 e) 0,75

26. El bloque A, de peso W, se desliza hacia abajo con velocidad constante sobre un plano inclinado cuya pendiente es 37° mientras la tabla B, también de peso W, descansa sobre la parte superior de A. La tabla se encuentra unida mediante una cuerda al punto más alto del plano inclinado. Si el coeficiente de rozamiento cinético es el mismo para todas las superficies en contacto, calcular su valor.

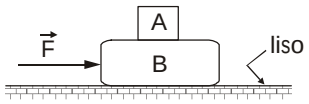


a) 0,25 b) 0,22 c) 0,33
d) 0,42 e) 0,48

27. Al frenar bruscamente un auto que viajaba a 72 km/h, las llantas patinan resbalando 50 m para detenerse. Calcular el coeficiente de rozamiento cinético entre la pista y los neumáticos. $g=10\ m/s^2$.

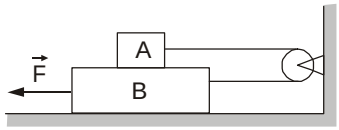
a) 0,1 b) 0,2 c) 0,3
d) 0,4 e) 0,5

28. Calcular el máximo módulo de "$\vec{F}$" horizontal para que el cuerpo "A" de 2 kg que se halla apoyado sobre "B" de 3 kg no resbale. Los coeficientes de rozamiento entre los bloques valen 0,4 y 0,2. $g=10\ m/s^2$.



a) 80 N b) 60 N c) 40 N
d) 20 N e) 10 N

29. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento estático entre todas las superficies es 0,2. Determine el valor de la fuerza "$\vec{F}$" para que el cuerpo "B" esté en condición de movimiento inminente. $W_A=20$ N y $W_B=10$ N.



a) 8 N b) 10 N c) 14 N
d) 12 N e) 7 N

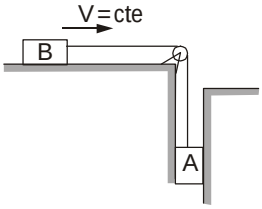
30. Un bloque de 2 kg resbala hacia abajo por un plano inclinado que forma un ángulo de 37° con la horizontal, si parte del reposo y recorre 6 m en 2 s. Halle el valor de la fuerza de fricción que experimenta. ($g=10\ m/s^2$).

a) 12 N b) 6 N c) 4 N
d) 0 N e) 24 N

31. Determinar la máximo valor de la aceleración de la cual puede correr una persona sobre un terreno horizontal, si los coeficientes de rozamiento entre sus zapatos y el piso valen 0,3 y 0,4.
($g = 10\ m/s^2$)

a) $3\ m/s^2$ b) $4\ m/s^2$ c) $3,5\ m/s^2$
d) $5\ m/s^2$ e) $8\ m/s^2$

32. El conjunto formado por los bloques "A" y "B" de 40 N cada uno se mueve con velocidad constante por las superficies rugosas de $\mu_k = 0,5$. Hallar el módulo de las fuerzas normales que las paredes ejercen sobre el bloque "A".



a) 17 N b) 19 N c) 20 N
d) 25 N e) 30 N

33. Un bloque es arrojado a lo largo de un terreno horizontal con una velocidad de módulo 30 m/s, si los coeficientes de rozamiento valen 0,7 y 0,5. Determinar que distancia avanza el bloque hasta detenerse.
($g = 10\ m/s^2$).

a) 30 m b) 60 m c) 90 m
d) 5 m e) 3 m

34. Cuando un bloque se desliza sobre una superficie plana rugosa. Halle el ángulo que forma la reacción de la superficie sobre el bloque con la normal a dicha superficie, si los coeficientes de rozamiento valen 3/4 y 7/24.

a) 37° b) 53° c) 16°
d) 74° e) 45°

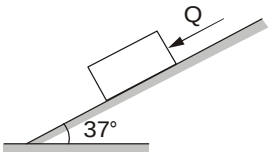
35. La fuerza de fricción de las gotas de lluvia con el aire es proporcional al cuadrado de su rapidez y al cuadrado de su radio. ¿Qué gotas impactan sobre la superficie de la Tierra con mayor rapidez, las gruesas o las finas?

a) Las gruesas.
b) Las finas.
c) Impactan con igual rapidez sin importar su tamaño.
d) Depende de la aceleración de la gravedad.
e) No se puede precisar por falta de mayor información.

36. Un móvil es lanzado hacia arriba sobre una pendiente de 37°, con una rapidez de 16 m/s. Calcular la distancia que logra recorrer sobre dicha pendiente, si ésta posee un coeficiente de rozamiento cinético de 0,25.
($g = 10\ m/s^2$).

a) 4 m b) 8 m c) 12 m
d) 16 m e) 20 m

37. ¿Qué valor debe tener la fuerza "Q" para conseguir que el bloque de 100 N, que descansa sobre el plano inclinado áspero cuyos coeficientes de rozamiento valen 0,8 y 0,6; empiece a deslizar?

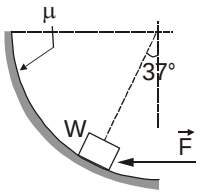


a) 1 N b) 2 N c) 3 N
d) 4 N e) 5 N

38. Un bloque pequeño se encuentra, sobre una plataforma que rota, a una distancia de 30 cm del centro de giro. Determine la máxima rapidez angular tal que dicho bloque no resbale (la plataforma forma 16° con la horizontal y el eje de rotación es vertical.
($\mu_s = \frac{4}{3}; g = 10\ m/s^2$).

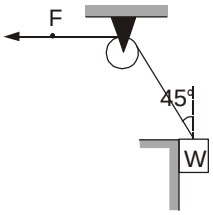
a) $\frac{8}{3}$ Rad/s b) 6 Rad/s c) 5 Rad/s
d) $\frac{20}{3}$ Rad/s e) 12 Rad/s

39. En la figura, determinar el módulo de la fuerza "$\vec{F}$" horizontal requerida para que el bloque de 90 N de peso esté por empezar a resbalar hacia arriba si $\mu_s = 1/12$.



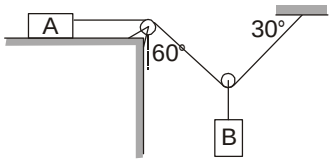
a) 80 N b) 60 N c) 40 N
d) 74 N e) 16 N

40. En el esquema mostrado, determinar el máximo módulo de la fuerza "F" para que el bloque aun esté en reposo, sabiendo que su peso es de 10 N y $\mu_s = 0,5$.



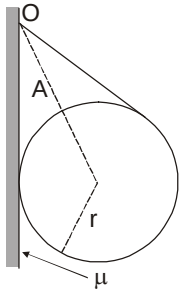
a) $10\sqrt{2}$ N b) 10 c) 50
d) $40\sqrt{2}$ e) $20\sqrt{2}$

41. El sistema se encuentra en reposo, pero "A" está por resbalar. Determine el valor del coeficiente de rozamiento estático entre "A" y la superficie horizontal, si el peso de "A" es el doble que el de "B". Las poleas son de peso insignificante.



a) 0,5 b) 0,4 c) 0,3
d) 0,2 e) 0,1

42. La esfera de peso "k" se encuentra en equilibrio, la cuerda tiene una dirección tangencial. Hallar el valor del coeficiente de rozamiento "μ", OA=r, si la esfera esta a punto deslizar.

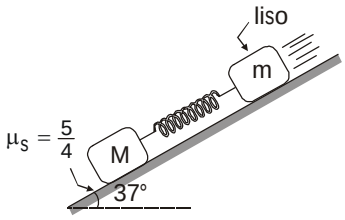


a) Tg15° b) 2Tg15° c) Tg30°
d) 2Tg30° e) Tg60°

43. Un bloque de 40 kg reposa sobre una superficie horizontal de coeficientes de rozamiento 0,8 y 0,6. Hallar el módulo de la mínima fuerza necesaria para iniciar el movimiento a través de la superficie. Una vez iniciado el movimiento. ¿Cuál es el módulo de la fuerza mínima necesaria para mantener el movimiento? ($g=10\ m/s^2$).

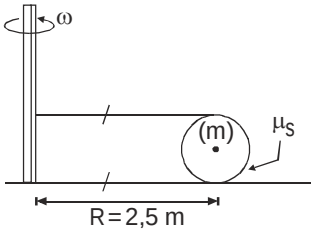
a) 200 N y 180 N b) 320 N y 240 N
c) 320 N y 320 N d) 240 N y 240 N
e) 180 N y 200 N

44. La figura muestra 2 bloques de masas "m" y "M" unidas por un resorte. Si el sistema se abandona en la posición mostrada, determine el valor de la aceleración de "m" en el momento en que "M" este a punto de deslizar. El resorte inicialmente está sin deformar (M=4 m; $g=10\ m/s^2$).



a) $5\ m/s^2$ b) $10\ m/s^2$ c) $8,4\ m/s^2$
d) $9,6\ m/s^2$ e) $4,4\ m/s^2$

45. Determine el módulo de w, si el cilindro que gira con rapidez angular constante está a punto de deslizarse (m=4 kg; $\mu_S = 0,5$ y $g=10\ m/s^2$).

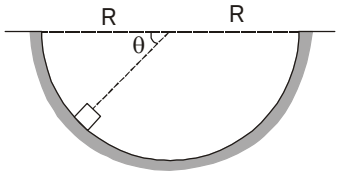


a) 1 Rad/s b) 1,2 Rad/s c) 1,8 Rad/s
d) 2 Rad/s e) 4 Rad/s

46. Un cuerpo se lanza a lo largo de una superficie horizontal con una rapidez de 10 m/s y se detiene después de recorrer 15 m. ¿Cuál es el coeficiente de rozamiento cinético entre el cuerpo y el piso?

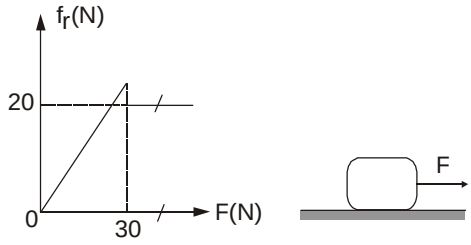
a) 0,24 b) 0,54 c) 0,42
d) 0,34 e) 0,68

47. Determine el mínimo valor de "θ" para el cual el bloque pequeño aún se mantiene en reposo, en la posición mostrada. Si el $\mu_S = 3/4$ en el contacto entre el bloque y la superficie.



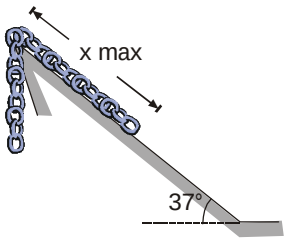
a) 37° b) 53° c) 16°
d) 74° e) 8°

48. La gráfica muestra como varía el módulo de la fuerza de rozamiento (f_r) conforme aumenta el módulo de la fuerza horizontal $\vec{F}$ aplicado al bloque. Determine el coeficiente de rozamiento estático si se sabe que, cuando F=50 N, el bloque tiene una aceleración de módulo $2\ m/s^2$. ($g=10\ m/s^2$).



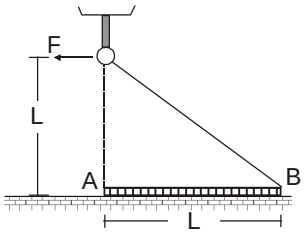
a) 0,5 b) 0,25 c) 0,2
d) 0,4 e) 0,3

49. Si la cadena flexible y homogénea de 8 m de largo está en equilibrio, y el $\mu_E = 0{,}5$ en el plano. Halle el valor máximo de "x"; en metros.



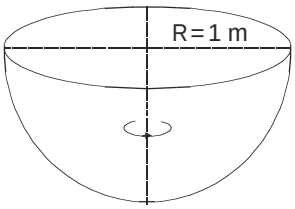
a) 2,95 b) 3,12 c) 5,42
d) 6,67 e) 7,02

50. La figura adjunta muestra una barra uniforme y homogénea inicialmente en reposo, si se comienza a aumentar la tensión en la cuerda hasta el instante que la barra comienza a deslizarse sobre el piso, manteniendo a partir de este momento su módulo constante. Hallar la distancia que recorrerá la barra hasta el instante que comienza a levantarse con el extremo "A" aún deslizándose. $\mu_S = \frac{\sqrt{6}+1}{5}$



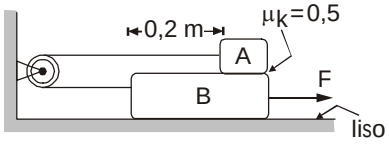
a) L(1-Tg30°) b) L(1-Ctg30°)
c) L(1-Tg15°) d) L(1-Ctg15°)
e) L/2

51. Una hormiguita trata de subir por un recipiente hemisférico de 1m de radio, el cual se halla girando en torno a su eje de simetría. Si el coeficiente y las patas de la hormiguita es 0,2.
¿Qué velocidad angular mínima le permite al insecto salir del recipiente?



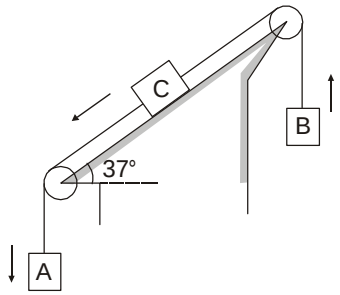
a) 49 rad/s b) 8 rad/s c) 7 rad/s
d) 10 rad/s e) 12 rad/s

52. Dos bloques A y B de 1kg y 2kg respectivamente se encuentran unidos por una cuerda, la cual se enrolla a una polea lisa. Si al bloque B se le ejerce una fuerza horizontal de módulo F=25 N, a partir del instante mostrado; determine al cabo de qué tiempo el bloque A llega al otro extremo del bloque B. ($g=10\ m/s^2$).



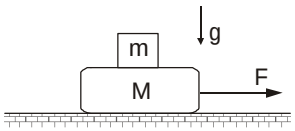
a) 0,1 s b) 0,2 s c) 0,5 s
d) 1 s e) 2 s

53. Sabiendo que las masas de A, B y C valen respectivamente 5 kg, 7 kg y 6 kg. Determine el coeficiente de rozamiento cinético entre "C" y el plano inclinado, si el sistema se mueve a velocidad constante.



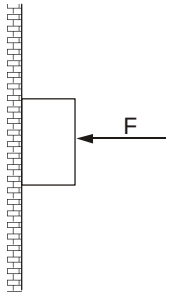
a) 0,33 b) 0,45 c) 0,63
d) 0,41 e) 0,25

54. En la figura mostrada, sobre M se aplica la fuerza horizontal cuyo módulo depende del tiempo según F=kt, el coeficiente de rozamiento entre m y M es μ, el piso es liso. ¿En qué instante M empieza a deslizarse debajo de m?



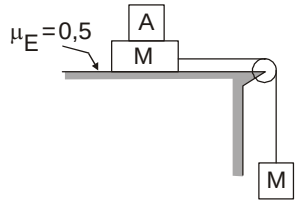
a) (M-m) kg/μ b) (M+m)kg/μ
c) (m+M) μ g/k d) (Mm) kg/μ
e) (M-m) μ g

55. En la figura, la masa del bloque es 36 kg y los coeficientes de rozamiento valen 0,6 y 0,9. Calcule el módulo de la mínima fuerza "F" horizontal que se le debe aplicar al bloque para que no caiga.
($g=10\ m/s^2$).



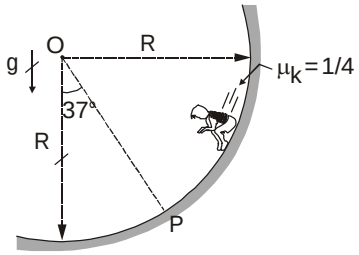
a) 200 N b) 300 N c) 400 N
d) 500 N e) 600 N

56. Calcular el valor mínimo de la masa del bloque "A", para que el sistema aún permanezca en reposo. M = 8 kg.
($g = 10\ m/s^2$).



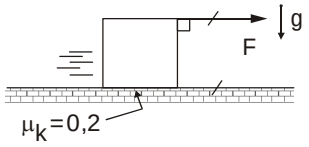
a) 1 kg b) 2 kg c) 4 kg
d) 6 kg e) 8 kg

57. Un niño de 25 kg desliza sobre una superfície esférica, pasando por P con una rapidez de 4 m/s. Determine en ese instante el módulo de su aceleración.
($g = 10\ m/s^2$; $R = 4$ m).



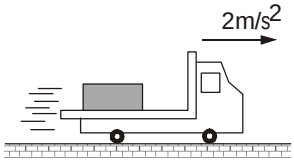
a) 2 m/s^2 b) $2\sqrt{5}$ m/s^2 c) 4 m/s^2
d) $4\sqrt{2}$ m/s^2 e) 5 m/s^2

58. Un bloque homogéneo cúbico de 5 kg es arrastrado mediante una fuerza $\vec{F}$, de tal manera que se encuentra a punto de inclinarse. Determine el módulo de la aceleración que experimenta. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 4,5 m/s^2 b) 1,5 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 4 m/s^2 e) 6 m/s^2

59. Un camión que se desplaza sobre un terreno horizontal con una aceleración de 2 m/s^2; transporta una caja de 50 kg en la forma mostrada. Si entre la caja y el camión los coeficientes de rozamiento valen 0,5 y 0,6. Halle el módulo de la fuerza de rozamiento que experimenta la caja. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 250 N b) 300 N c) 100 N
d) 275 N e) 150 N

60. Un bloque de 13 kg se coloca sobre un plano inclinado "α" respecto de la horizontal, tal que: $Tg\alpha = \frac{5}{12}$. Si los coeficientes de rozamiento en el contacto valen 0,5 y 0,6. Determine el módulo de la fuerza de rozamiento entre el bloque y el plano inclinado.
($g = 10\ m/s^2$).

a) 50 N b) 60 N c) 72 N
d) 65 N e) 130 N

Claves

01.	a
02.	a
03.	a
04.	a
05.	a
06.	a
07.	a
08.	a
09.	a
10.	a
11.	a
12.	a
13.	a
14.	a
15.	a
16.	a
17.	a
18.	a
19.	a
20.	a
21.	a
22.	a
23.	a
24.	a
25.	a
26.	a
27.	a
28.	a
29.	a
30.	a

31.	a
32.	a
33.	a
34.	a
35.	a
36.	a
37.	a
38.	a
39.	a
40.	a
41.	a
42.	a
43.	a
44.	a
45.	a
46.	a
47.	a
48.	a
49.	a
50.	a
51.	a
52.	a
53.	a
54.	a
55.	a
56.	a
57.	a
58.	a
59.	a
60.	a

Capítulo

10

TRABAJO MECÁNICO - POTENCIA

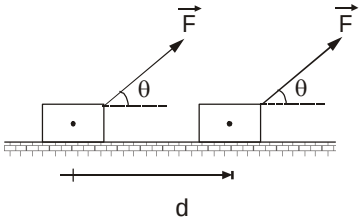
Casi todos los términos utilizados hasta ahora –velocidad, aceleración, fuerza, etc.– han tenido igual significado en física y en la vida diaria. Sin embargo, encontramos un término cuyo significado en física es muy diferente a su significado cotidiano. Ese nuevo término es ***Trabajo***.

TRABAJO (W)

Se realiza trabajo mecánico cuando se transmite movimiento bajo la acción de una fuerza.

◆ *TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA CONSTANTE*

Considere una ***partícula*** que experimenta un desplazamiento d a lo largo de una línea recta mientras actúa sobre ella una fuerza constante $\vec{F}$, que forma un ángulo θ con d como la figura.



El trabajo W, efectuado por una fuerza constante $\vec{F}$ es:

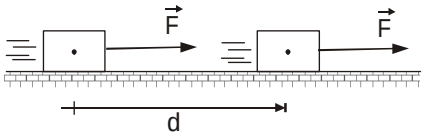
$$W_F = \vec{F} \cdot d \cos\theta$$

- El trabajo es una cantidad escalar.
- El trabajo depende del sistema de referencia.

CUIDADO ▶ Fuerza constante es aquella que no cambia su magnitud y dirección.

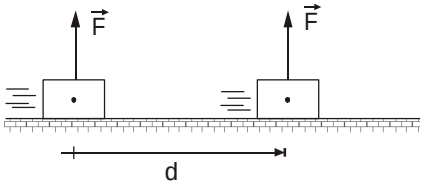
CASOS:

1. Cuando $\theta = 0°$, la fuerza y el desplazamiento siguen la misma dirección.



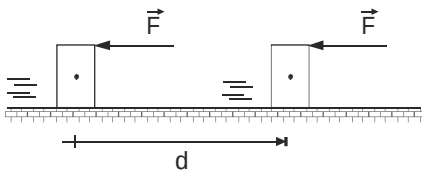
$$W_F = F\,d$$

2. Cuando $\theta = 90°$, la fuerza y el desplazamiento son perpendiculares.



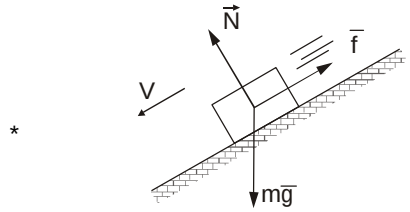
$$W_F = 0$$

3. Cuando $\theta = 180°$, la fuerza realiza trabajo negativo si opera en dirección contraria al desplazamiento.



$$W_F = -Fd$$

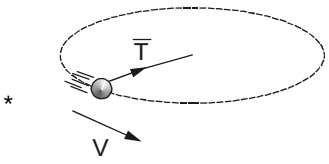
En la figura, se da un ejemplo de estos conceptos:



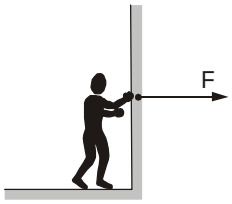
La fuerza gravitacional mg efectúa $W_g > 0$

La fuerza de fricción efectúa $W_f < 0$

La fuerza normal efectúa $W_N = 0$



En la figura, la tensión en la cuerda $\vec{T}$ no es una fuerza constante, porque su dirección cambia aunque su magnitud permanezca constante. Pero si imaginamos una trayectoria circular que habrá de dividirse en una serie de desplazamientos infinitesimales serán perpendiculares a $\vec{T}$, que actúa en dirección radial. Así, pues, el trabajo hecho por la tensión es cero.

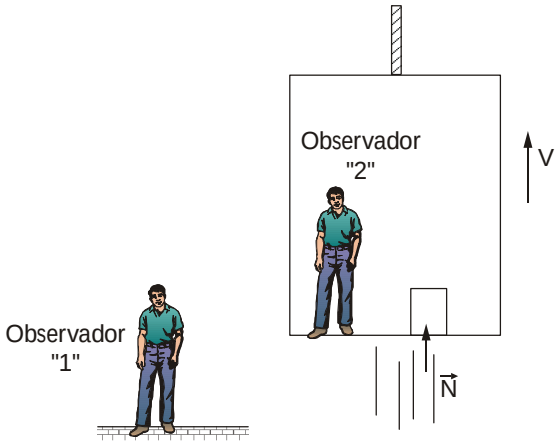


El trabajo de la fuerza F es cero debido a que su punto de aplicación no se desplaza.

CUIDADO ▶ Estos primeros tres ejemplos han sido observados desde un sistema inercial de referencia porque el trabajo depende del sistema de referencia.

Un ascensor sube con velocidad constante el trabajo realizado por la fuerza normal que actúa sobre el bloque es:

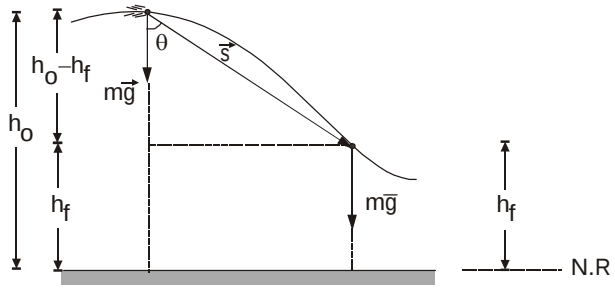
* Para el observador "1" la fuerza normal $\vec{N}$ se desplaza $\Rightarrow$ $W \neq 0$.
* Para el observador "2" la fuerza normal $\vec{N}$ no se desplaza $\Rightarrow$ $W = 0$.



Aunque la fuerza $\vec{F}$ es una invariante (tiene la misma magnitud y dirección con cualquier elección del marco de referencia inercial), no lo es el desplazamiento, por ello, el valor determinado para el trabajo, dependerá del marco inercial del observador. A distintos observadores, el trabajo les parecerá positivo, negativo o cero.

◆ *TRABAJO REALIZADO POR LA FUERZA DE GRAVEDAD*

El trabajo realizado por la fuerza gravitacional sobre un objeto que se mueve entre dos puntos cualesquiera cerca de la superficie de la tierra es:



Como el peso es considerada una fuerza constante para alturas pequeñas h comparada con el radio de la tierra entonces:

$$W_g = mg\,s\,Cos\theta \text{.....(1)} \qquad (h << R_T) \quad (R_T\text{: radio de la tierra})$$

Del triángulo $h_o - h_f = s Cos\theta$ ..... (2)

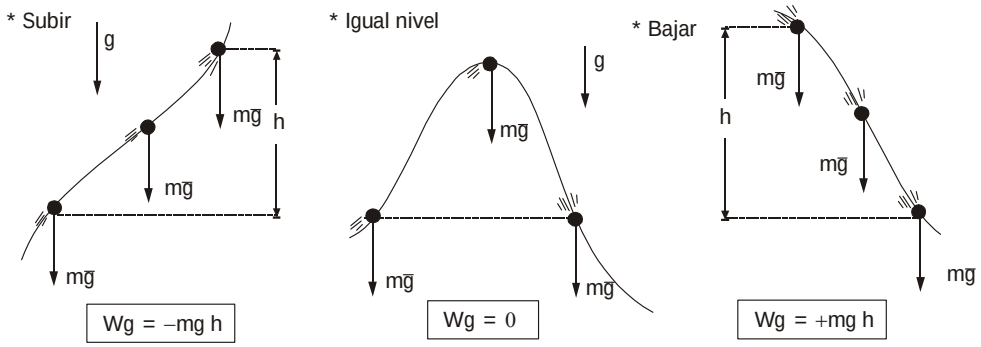
Reemplazando (2) en (1)

$$W_g = mg(h_o - h_f)$$

$$\boxed{W_g = -mg(h_f - h_o)}$$

* A partir de esto, vemos W_g sólo depende de las coordenadas inicial y final del objeto.
* En consecuencia, es independiente de la trayectoria.

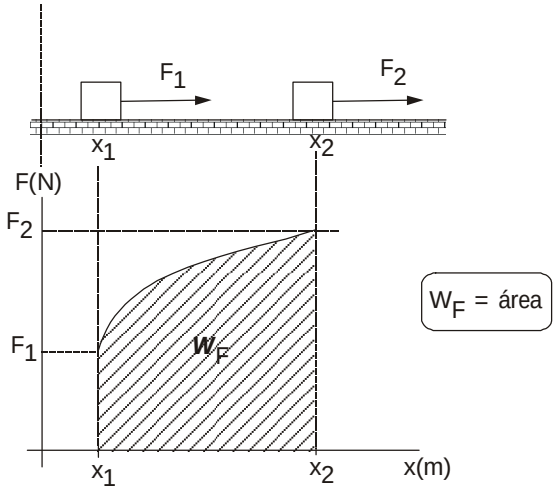
El trabajo realizado por la fuerza gravitatoria sobre un objeto que se mueve entre dos puntos cercanos a la superficie de la tierra, también se puede determinar de la siguiente forma.



TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA VARIABLE

Para determinar el trabajo realizado por la fuerza variable en magnitud, pero dirección constante; debemos tener una curva que muestra como una fuerza F varia con x.

En una gráfica de la fuerza en función de la posición, el trabajo total realizado por la fuerza está representado por el área bajo la curva entre las posiciones inicial y final.



Curva que muestra como una fuerza F varia con x

◆ *TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA DE UN RESORTE*

En seguida, examinaremos un ejemplo de una fuerza variable unidimensional, la que ejerce un resorte cuando se les estira o comprime. La figura muestra un cuerpo unido a un resorte.

Un cuerpo sujetado a un resorte se encuentra en x=0, cuando el resorte está relajado. Una fuerza externa hace pasar el cuerpo del desplazamiento inicial x_i al final x_f. El eje x es positivo a la derecha.

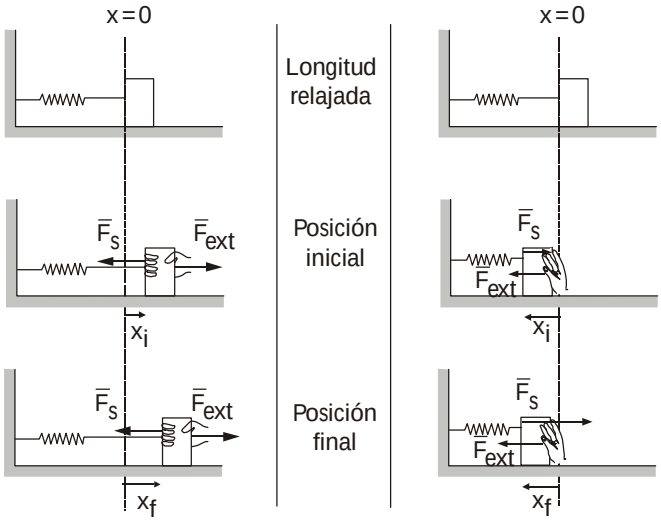


Figura "a" Figura "b"

¿Cuál es la naturaleza de la fuerza ejercida sobre el cuerpo por el resorte cuando se estira o se comprime? Los experimentos revelan que la fuerza no es constante. Cuando más modificamos la longitud del resorte, mayor será la fuerza que ejerce (en forma equivalente, pudiéramos decir que mayor será la fuerza externa que debe aplicarse para cambiar la longitud). También descubrimos lo siguiente: con buena aproximación en la generalidad de los resortes, la magnitud de esta fuerza varía linealmente con la distancia (x) en que se extiende o se comprime respecto a su longitud relajada (longitud natural).

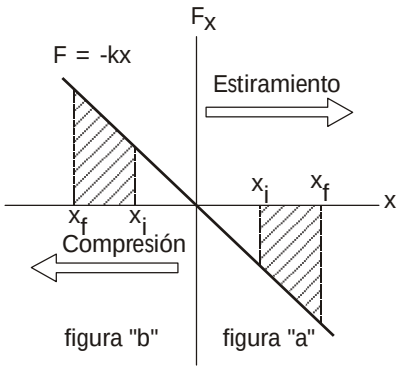
$$F_s = -kx$$

Que se conoce como Ley de Hooke. A la constante k de la ecuación se le conoce como constante de fuerza del resorte (o algunas veces, como constante del resorte). Los resortes más rígidos tiene mayor k. La ecuación es válida mientras no tenga que estirarlo más allá de ciertos límites.

El signo menos nos recuerda que la dirección de la fuerza del resorte siempre es contraria al desplazamiento de su posición cuando el resorte se halla en estado relajado (longitud natural).
La ecuación F = -kx sirve para calcular el trabajo ejecutado por la fuerza de resorte en la figura. Estiremos de su estado inicial (donde $x = x_i$) a su estado final (donde $x = x_f$).

El trabajo que la fuerza del resorte realiza durante este desplazamiento, en el cuerpo, es:

$$W_s = -\frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$$



El trabajo efectuado por una fuerza del resorte en el cuerpo al pasar de x_i a x_f es igual al área bajo la gráfica de Fs = -kx situada entre x_i y x_f. Las áreas sombreadas representan el trabajo negativo por el resorte en la figura "a" y "b".

UNIDAD DEL TRABAJO

La unidad de trabajo depende de que se realice una fuerza unitaria, al hacer que el cuerpo recorra una distancia unitaria en dirección de la fuerza. La unidad del trabajo en el S.I. es el newton-metro, determinado Joule (cuya abreviatura es J).

TRABAJO NETO

Se define como trabajo neto o trabajo total sobre un cuerpo (W_{NETO}) a la suma algebraica de los trabajos efectuados por cada fuerza que actúa sobre él. También, se puede obtener como el trabajo hecho por la resultante de fuerzas.

$$W_{NETO} = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} + ... = W_{F_{resultante}}$$

$$W_{NETO} = \sum W = W_{F_{resultante}}$$

POTENCIA

Al diseñar un sistema mecánico, a menudo, hay que tener en cuenta no sólo cuánto ha de ejecutarse, sino también la rapidez con que debe hacerse.
La misma cantidad se realiza al levantar un cuerpo a determinada altura, tanto si tardamos en ello 1 segundo o un año. Pero la rapidez con que se efectúa es muy diferente en ambos casos.

Definimos potencia, como la rapidez con que se lleva a cabo el trabajo.

Aquí consideramos exclusivamente la potencia mecánica que se origina en el trabajo mecánico. Una idea más general de potencia como energía aplicada por unidad de tiempo, nos permite ampliar el concepto e incluir la potencia eléctrica, la potencia solar y otras clases.

POTENCIA MEDIA

Si cierta fuerza realiza trabajo W en un cuerpo durante un tiempo "t". La potencia media debida a ella será:

$$P_{media} = \frac{W}{t}$$

POTENCIA INSTANTÁNEA

La potencia instantánea P es: $P = \frac{dW}{dt}$ donde dw, es la pequeña cantidad de trabajo ejecutado en el intervalo infinitesimal dt.

* Si la potencia es constante en el tiempo, entonces: $P = P_{media}$.

También podemos expresar la potencia aplicada a un cuerpo en función de su velocidad y de la fuerza que actúa sobre él. En un breve intervalo temporal dt, el cuerpo recorre un desplazamiento $d\vec{s}$ y el trabajo efectuado en el es $d_W = \vec{F}.d\vec{r}$.

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{F.d\vec{r}}{dt} = \vec{F}.\frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\Rightarrow \boxed{P = \vec{F}.\vec{v}}$$

* Si $\vec{F}$ y $\vec{V}$ tienen igual dirección P = FV.
* Nótese que la potencia puede ser negativa si $\vec{F}$ y $\vec{V}$ tienen direcciones opuestas.

UNIDAD DE POTENCIA

La unidad de potencia en el S.I. es el joule por segundos y se conoce como watt (su abreviatura w).

$$1W = 1J/s$$

Esta unidad se llama así en honor de James Watt (1736 - 1819), quien introdujo importantes mejoramientos en los motores de vapor de su época.
Unidad:
1 Watt = 1 Joules
1 H.P = 746 W
1 C.V. = 735 W

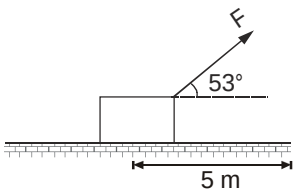
EFICIENCIA O RENDIMIENTO (n)

Esta cantidad adimensional nos indica qué parte de la potencia entregada a una máquina, nos es devuelta como potencia útil.

$$\boxed{n = \frac{P_{útil}}{P_{entregada}}}$$

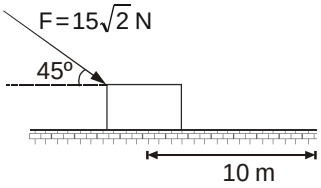
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Calcule el trabajo desarrollado por la fuerza "F" para desplazar el cuerpo una distancia de 5 m. F=40 N.



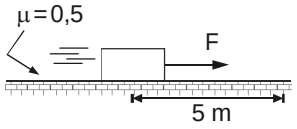
a) 80 J b) 100 J c) 120 J
d) 90 J e) 65 J

02. Determine el trabajo realizado por la fuerza "F" para desplazar el bloque una distancia de 10 m.



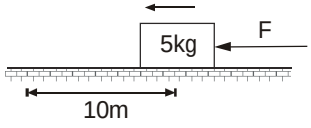
a) 140 J b) 130 J c) 80 J
d) 150 J e) 90 J

03. Un bloque de 4 kg, resbala a velocidad constante sobre un plano horizontal, una distancia de 5m. Halle el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento. (g=10 m/s^2).



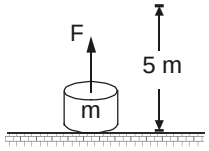
a) 100 J b) -90 J c) -100 J
d) 200 J e) -200 J

04. El bloque se mueve con M.R.U. Halle el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento, cuando el bloque se ha desplazado 10 m. (μ=0,4; m=5 kg; g=10 m/s^2).



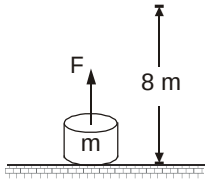
a) -120 J b) -200 J c) -180 J
d) 180 J e) 90 J

05. Halle el trabajo realizado por la fuerza "F", al elevar el bloque una altura de 5 m con velocidad constante. (m=4 kg; g=10 m/s^2).



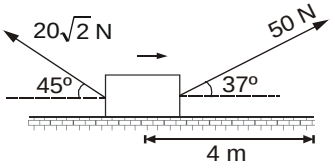
a) 200 J b) -200 J c) -100 J
d) 100 J e) 120 J

06. Halle el trabajo realizado por el peso del bloque, al elevarlo con velocidad constante una altura de 8 m. (m=6 kg; g=10 m/s^2).



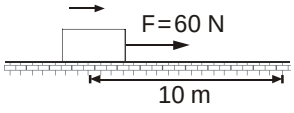
a) 240 J b) -480 J c) 480 J
d) -240 J e) 580 J

07. Determine el trabajo neto sobre el bloque, al desplazarlo 4 m.



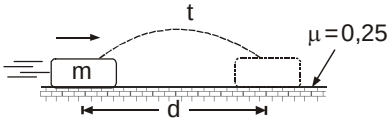
a) 60 J b) 30 J c) 80 J
d) 50 J e) 70 J

08. El bloque de 40 N de peso se traslada 10 m, bajo la acción de la fuerza "F". Halle el trabajo neto, si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,25.



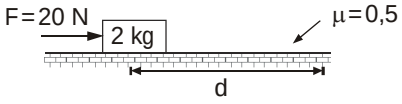
a) 400 J b) 480 J c) 500 J
d) 75 J e) 600 J

09. Se lanza un disco con velocidad inicial de 4 m/s sobre un piso áspero y éste se detiene luego de 2 segundos. Calcule el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento. (m=1 kg; g=10 m/s^2)



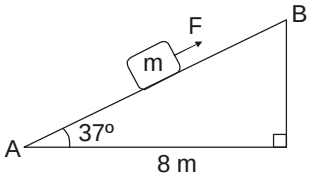
a) 4,5 J b) -4 J c) -6,5 J
d) 9 J e) -7,5 J

10. El bloque mostrado en la figura se desplaza durante 5 segundos, partiendo del reposo. Halle el trabajo neto realizado.
($g = 10\ m/s^2$)



a) 200 J b) 140 J c) 400 J
d) 350 J e) 180 J

11. El bloque mostrado es llevado por la fuerza "F" desde el punto "A" hasta el punto "B". Calcule el trabajo efectuado por el peso del bloque en ese recorrido. m = 5 kg.

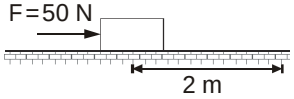


a) 200 J b) -200 J c) -300 J
d) 300 J e) Falta conocer "F"

12. Del problema anterior, si: F = 80 N. Halle el trabajo desarrollado por "F" al llevar el bloque de "A" hasta "B".

a) 600 J b) -600 J c) 800 J
d) 700 J e) -500 J

13. Un cajón se desplaza mediante una fuerza "F", una distancia de 2 m, en 4 segundos.
Calcule la potencia desarrollada por la fuerza "F".



a) 15 W b) 25 W c) 10 W
d) 12 W e) 15 W

14. Un hombre aplica una fuerza de 40 N, a un bloque de madera en reposo, de tal manera que este acelera a razón de 2 m/s^2.
Halle la potencia desarrollada por el hombre en 4 segundos.

a) 180 W b) 120 W c) 160 W
d) 150 W e) 130 W

15. Un motor eleva 18000 litros de agua por hora, hasta una altura de 10 m.
Calcule la potencia desarrollada por el motor.
($g = 10\ m/s^2$).

a) 200 W b) 380 W c) 150 W
d) 500 W e) 400 W

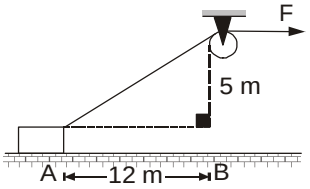
16. Calcule la potencia de un montacargas, si eleva 120 sacos de maíz de 80 kg, cada uno hasta una altura de 2 m en 2 minutos. ($g = 10\ m/s^2$).

a) 1400 W b) 1200 W c) 1500 W
d) 1300 W e) 1600 W

17. Un ascensor eleva 12 personas de 60 kg cada una hasta el décimo piso de un edificio en 1/2 minuto; si cada piso tiene 2,5 m de altura. Halle la potencia desarrollada por el ascensor. ($g = 10\ m/s^2$).

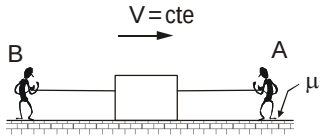
a) 4000 W b) 4500 W c) 4200 W
d) 5400 W e) 5200 W

18. El bloque mostrado de 10 kg parte del reposo en "A". ¿Qué trabajo ha realizado la fuerza F = 40 N horizontal, cuando el bloque llega al punto "B"?



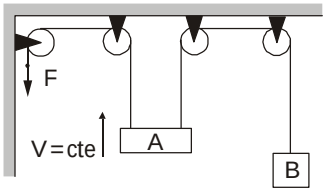
a) 480 J b) 443 J c) 400 J
d) 520 J e) 320 J

19. El trabajo desarrollado por la persona "A" es W_A y el realizado por "B" es W_B. Halle W_A/W_B en valor absoluto; si, además, se sabe que la persona "B" aplica una fuerza igual al peso del bloque en módulo.



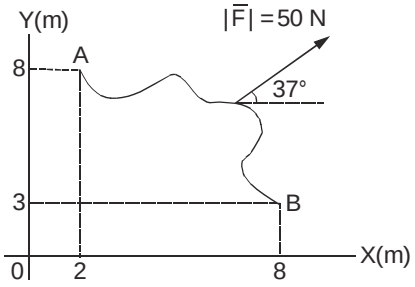
a) μ b) $\mu - 1$ c) $\mu + 1$
d) $\mu + 2$ e) $\mu - 2$

20. Calcule la potencia que desarrolla "F", para que el bloque "A" de 20000 N de peso suba a velocidad constante de 6 m/s. El bloque "B" pesa 15000 N.



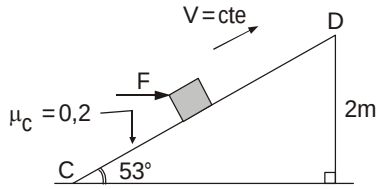
a) 120 Kw b) 60 Kw c) 30 Kw
d) 18 Kw e) 15 Kw

21. Una fuerza "F" constante en módulo y dirección actúa sobre una partícula que se mueve en el plano XY. Halle el trabajo realizado por "F" desde el punto A(2;8) metros hasta el punto B(8;3) metros.



a) 390 J b) 30 J c) 60 J
d) 90 J e) 120 J

22. En el gráfico adjunto. Halle el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento en el tramo de CD, si el bloque de 11 kg sube a velocidad constante por acción de la fuerza "F" horizontal. $g = 10\ m/s^2$.

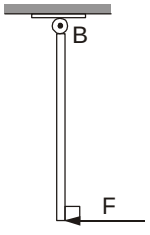


a) -25 J b) -125 J c) -50 J
d) -5 J e) -75 J

23. La fuerza sobre un cuerpo que viaja por el eje X está dada por: $F = -7 + 8x - x^2$/ "F" en Newton y "x" en metros. El trabajo que realiza en el tramo de x = 1 m hasta x = 4 m es de 18 J. ¿Determinar el trabajo que realizará en el tramo de x = 4 m hasta x = 7 m?

a) 18 J b) 36 J c) 72 J
d) 108 J e) 9 J

24. Una barra AB homogénea y uniforme de 1 m de longitud y 48 N de peso, está en equilibrio en posición vertical articulada en su extremo superior. Si se aplica una fuerza de módulo constante e igual a 12 N perpendicular a la barra en "A". Halle el trabajo que realiza "F" hasta que la barra llegue a su nueva posición de equilibrio.



a) π J b) 2π J c) 4π J
d) 8π J e) 16π J

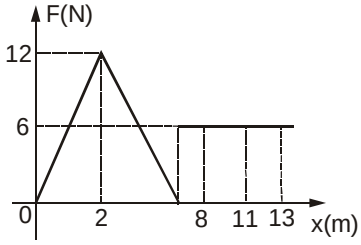
25. Un bloque de 5 kg reposa en la posición x = 0; sobre una superficie horizontal cuyo coeficiente de rozamiento cinético es $\mu_c = 0{,}05x$. Se le aplica una fuerza horizontal "F" variable que le hace avanzar 10 m con velocidad constante. ¿Qué trabajo realizó "F" en dicho tramo? $g = 10\ m/s^2$.

a) 125 J b) 50 J c) 25 J
d) 150 J e) 0 J

26. Un bloque de 2 kg se suspende de un resorte de constante de elasticidad 100 N/m, que a su vez se suspende de un techo. Lentamente, con una fuerza "F" estiramos hacia abajo el resorte, descendiendo así el bloque. ¿Cuánto desciende el bloque, si con "F" se realizó 8 J de trabajo? $g = 10\ m/s^2$.

a) 10 cm b) 20 cm c) 30 cm
d) 40 cm e) 50 cm

27. Una fuerza actúa sobre una partícula que se mueve por el eje "x" y varia con la posición de acuerdo con la gráfica mostrada. Si el móvil parte del origen. Halle la potencia media que desarrolla la fuerza si para llegar a la posición x = 9 m, demora 2 segundos.



a) 13 W b) 17 W c) 19 W
d) 23 W e) 27 W

28. Un motor eléctrico de 50% de eficiencia pone en funcionamiento el mecanismo de una grúa cuya eficiencia es del 20%, la cual se encarga de levantar bloques de 37 N de peso. Los bloques son levantados desde el muelle hasta un barco, cuya altura sobre el muelle es de 30m, con una rapidez de 10 bloques/ min. Hallar la potencia en Watt entregada al motor.

a) 925 W b) 1850 W c) 425 W
d) 345 W e) 3974 W

29. Una esfera de 3 kg cae desde una altura de 10 m sobre la superficie terrestre con una velocidad constante de 2 m/s debido a la resistencia del aire. ¿Qué potencia desarrolla la resistencia del aire sobre la esfera? $g = 10\ m/s^2$.

a) 50 W b) 60 W c) 70 W
d) 90 W e) 110 W

30. Un motor está acoplado a una bomba hidráulica en serie que se utiliza para elevar agua. Las pérdidas en el motor representan el 20% de la potencia que entrega a la bomba, mientras que en la bomba las pérdidas constituyen un 25% de la potencia con la cual ésta eleva el agua. ¿Cuál es la eficiencia del sistema motor-bomba?

a) 9/20 b) 1/20 c) 1/3
d) 2/5 e) 2/3

31. La fuerza sobre una partícula sobre el eje X es: $F = \sqrt{16 - x^2}$ en unidades S.I. Halle el trabajo realizado por esta fuerza cuando el móvil va, del origen, hasta la posición x=4 m.

a) π J b) 2π J c) 4π J
d) 8π J e) 16π J

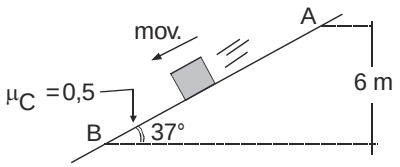
32. Un bloque de 1 kg es desplazado 12 m a lo largo de un plano inclinado 53° respecto a la horizontal, por una fuerza constante "F" paralela al plano. Calcular el mínimo trabajo realizado por dicha fuerza, si el coeficiente de rozamiento cinético entre el plano y el bloque es 0,50. g=10 m/s^2.

a) 26 J b) 30 J c) 35 J
d) 132 J e) 40 J

33. ¿Cuánto trabajo es requerido para levantar verticalmente un ladrillo de 3 kg partiendo del reposo, hasta una altura de 2 m, de manera que llega a dicha altura con una velocidad de 2 m/s? g=10 m/s^2.

a) 80 J b) 45 J c) 66 J
d) 54 J e) 60 J

34. Un bloque de 2 kg resbala libremente hacia abajo por un plano inclinado rugoso ($\mu_C = 0{,}5$). Halle el trabajo neto realizado sobre el bloque en el trayecto de "A" a "B". g=10 m/s^2.



a) 120 J b) 40 J c) 80 J
d) 100 J e) 10 J

35. Sobre un móvil que va por el eje X, se aplica una fuerza F=kx/k>0: "F" en Newton y "x" en metros. Si en el tramo de x=5 m hasta x=8 m el trabajo realizado por "F" fue de 26 J. ¿Cuál fue el trabajo realizado desde x=1 m hasta x=4 m?

a) 26 J b) 52 J c) 13 J
d) 10 J e) 6,5 J

36. Hallar la potencia en H.P de un motor que levanta bloques de 38 kg hasta una altura de 8 m en 2 segundos a velocidad constante. 1HP = 746 W.

a) 1,0 b) 1,5 c) 2,0
d) 2,5 e) 3,0

37. ¿Cuál es la potencia en Watt de una máquina que levanta un martillo de peso 0,98 k N a 0,375 m de altura 42 veces en un minuto, si el rendimiento de la máquina es 70%?

a) 45 b) 367,5 c) 964,1
d) 25 e) 0,5

38. Calcular la velocidad constante con la cual un auto puede viajar sobre un terreno horizontal, sabiendo que el aire y la pista ejercen una resistencia de 1960 N y que su motor tiene una potencia de 150 H.P con una eficiencia del 80%. 1.H.P=746 W.

a) 67,09 m/s b) 52,91 m/s c) 42,33 m/s
d) 37,55 m/s e) 45,67 m/s

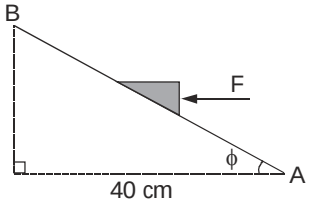
39. Un motor con un rendimiento del 80% opera una grúa que tiene un rendimiento del 50%. ¿Con qué rapidez constante en m/s levantará la grúa un fardo de 800 N de peso, si la potencia suministrada al motor es de 8 kW?

a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

40. ¿Qué potencia en Watt debe desarrollar un hombre sobre un tronco de 50 kg que está arrastrando hacia abajo de una ladera, con una rapidez constante de 0,5 m/s? La ladera forma 16° con la horizontal y el coeficiente de rozamiento cinético es 0,8. (g=10 m/s^2).

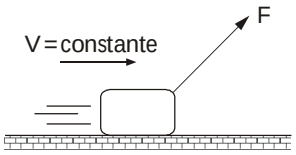
a) 30 b) 61 c) 244
d) 122 e) 456

41. En la figura mostrada, calcular el trabajo desarrollado por la fuerza "F" de 35 N, la cual permanece constante, si el cuerpo se desplaza desde A hasta B.



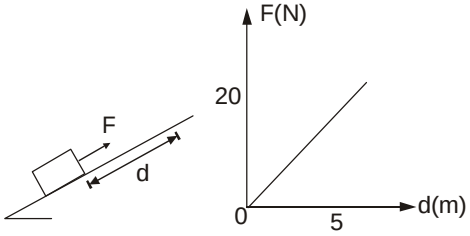
a) 14 J b) 28 J c) 84 J
d) 7 J e) 5 J

42. Una fuerza "F" jala un bloque sobre una superficie horizontal, en línea recta, y con una velocidad constante; sabiendo que la fuerza de rozamiento que actúa sobre el bloque vale 27 N. Calcular el trabajo realizado por la fuerza "F" cuando logra desplazar al bloque una distancia de 5 m.



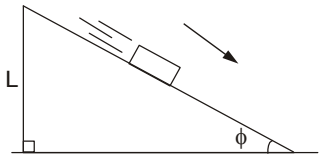
a) 0 J b) 135 J c) 65 J
d) 45 J e) 5 J

43. Un bloque es arrastrado sobre una superficie lisa mediante una fuerza "F" que varía desde cero hasta 20 N. Para d=3 m el trabajo de "F" en joules (J) es:



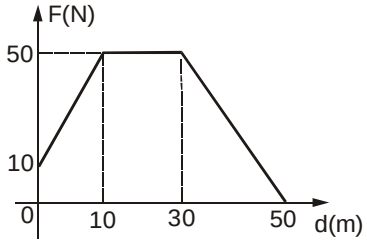
a) 36 J b) 18 J c) 72 J
d) 9 J e) 50 J

44. Un bloque de masa "m" sale desde la parte superior del plano inclinado con una velocidad que permanece constante. Calcular el trabajo de la fuerza de reacción del plano inclinado sobre el bloque.



a) -mgL b) -mgL $\sqrt{2}$ c) 2mgL d) -mgL $\sqrt{3}/2$ e) -mgL/3

45. Calcular el trabajo realizado por la fuerza "F" a lo largo del recorrido "d", si ésta varía según la gráfica.



a) 18 J b) 180 J c) 1800 J
d) 1,8 J e) 36 J

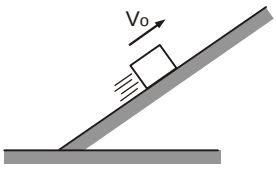
46. De un pozo, deben extraerse cada minuto 900 litros de agua desde una profundidad de 50 m. ¿Cuántos Kw debe desarrollar el motor, si el 40% de su potencia se pierde? ($g=10\ m/s^2$).

a) 10,0 b) 15,0 c) 12,5
d) 20,0 e) 25,0

47. Señale verdadero (V) o falso (F) según corresponda:
I. Si el trabajo neto es cero, el cuerpo puede estar moviéndose a velocidad constante.
II. En el MCU, el trabajo neto es cero.
III. Cuando el trabajo neto es negativo, decimos que el móvil desacelera.

a) VFF b) VFV c) FVV
d) VVV e) VVF

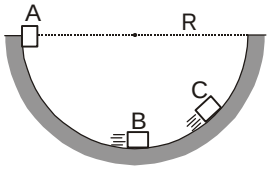
48. Indicar verdadero (V) o falso (F). Si un cuerpo se lanza sobre un plano inclinado con rozamiento y luego, resbala hacia abajo sobre dicho plano.



I. El trabajo realizado por la normal es igual a cero.
II. El trabajo realizado por el peso en el movimiento de subida es negativo.
III. El trabajo total realizado por el rozamiento en subida y bajada es igual a cero.

a) VFV b) VVV c) VVF
d) FVF e) FFF

49. Se deja caer un bloque de masa "m" en el punto "A" sobre una superficie cuyo radio de curvatura es igual a R=constante como se muestra en la figura. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas? (g=aceleración de la gravedad).



I. El trabajo realizado por el peso del cuerpo entre "A" y "C" es menor que "mgR".
II. El trabajo realizado por la fuerza de reacción normal de la superficie en el tramo de "B" a "C" disminuye la velocidad del bloque.
III. El trabajo neto sobre el móvil es igual a "mgR" en el tramo de "A" a "B", si el rozamiento es despreciable.

a) Sólo I b) Sólo II c) Sólo III
d) I y III e) Todas

50. Un bloque de 50 N de peso se empuja hacia arriba, con velocidad constante, sobre un plano inclinado 37° con la horizontal y que es rugoso; por medio de una fuerza constante paralela al plano. Determinar el trabajo (en Joule) realizado por la fuerza "F" cuando el cuerpo de desplaza 5 m. $\mu_k = 0{,}2$.

a) 170 b) 228 c) 190
d) 160 e) 150

51. Una fuerza actúa sobre un bloque de 3 kg, de tal manera que la posición del bloque varía de acuerdo a $\vec{x} = 5 + 2t + 2t^2$, donde x se expresa en metros y t en segundos.
Determine el trabajo neto realizado sobre el bloque durante los primeros 4 segundos.

a) 540 J b) 480 J c) 320 J
d) 280 J e) 240 J

52. La masa de un trineo es de 20 kg y del esquimal que viaja sobre él es de 60 kg, el coeficiente de rozamiento entre el trineo y el hielo es estimado en 0,2. Si los perros que impulsan el trineo corren a razón constante de 3 m/s. ¿Qué potencia desarrollan estos? ($g = 10$ m/s^2).

a) 460 W b) 480 W c) 500 W
d) 520 W e) 540 W

53. Para cubrir un desnivel de 6 m de altura se emplea una escalera mecánica, la cuál transporta 700 personas en cada hora. Halle la potencia necesaria para impulsar la escalera considerando que el peso promedio por persona es de 750 N.

a) 4750 W b) 875 W c) 950 W
d) 975 W e) 1075 W

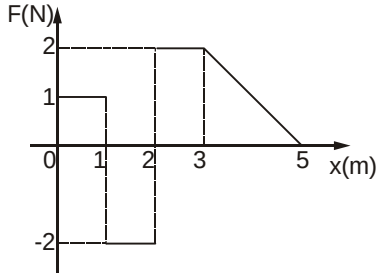
54. Una locomotora consume 2000 kW de potencia cuando arrastra unos vagones con velocidad de 20 m/s, midiendo la fuerza de tracción que ejerce la locomotora sobre los vagones resulta ser de 90 kN. Encuentre el rendimiento del sistema de tracción.

a) 0,9 b) 0,8 c) 0,7
d) 0,6 e) 0,5

55. El motor de una grúa tiene un rendimiento del 75% y el sistema de transmisión 90%. ¿Cuál será el rendimiento efectivo de la grúa?

a) 67,5% b) 82,5% c) 75,0%
d) 15,0% e) 90,0%

56. Sobre un cuerpo se aplica una fuerza "F" que depende de la posición "x", como se muestra en la figura. Determine el trabajo realizado en Joule desde $x = 0$ hasta $x = 4$ m.



a) -1,0 b) 1,0 c) 2,0
d) 2,5 e) -3,0

57. Una fuerza horizontal actúa sobre un cuerpo en el eje x y tiene la siguiente ley: $F = 4x + 2$, en unidades SI. Halle el trabajo realizado por la fuerza cuando el cuerpo se desplaza desde $x = 3$ hasta $x = 8$ m.

a) 120 J b) 130 J c) 140 J
d) 150 J e) 160 J

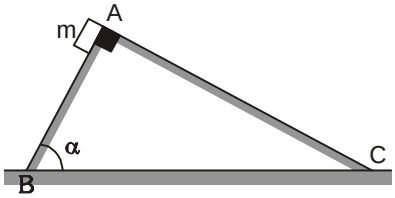
58. ¿Cuál es el momento de fuerza (en N.m) desarrollado por un motor al consumir 6 kW de potencia cuando gira a 3600 RPM? ($\pi = 3{,}14$).

a) 11,9 b) 13,9 c) 15,9
d) 17,9 e) 19,9

59. Un motor eléctrico de 80% de eficiencia requiere 3 kW para accionar una bomba hidráulica de 73,5% de rendimiento la que a su vez bombea agua hacia la azotea de un edificio a razón de 0,54 m^3/min. Halle la altura del edificio. ($g = 10$m/s^2).

a) 5 m b) 10 m c) 15 m
d) 20 m e) 25 m

60. En qué relación se encuentran los trabajos desarrollados por la fuerza de rozamiento, cuando el bloque de masa "m" resbala desde el reposo, primero por AB y luego por AC. (Entre ambas superficies y el bloque es el mismo μ).



a) $\text{Sen}\,\alpha$ b) $\text{Cos}\,\alpha$ c) $\text{Cot}^2\alpha$
d) $\text{Cos}^2\alpha$ e) 1

Claves

01.	c
02.	d
03.	c
04.	b
05.	a
06.	b
07.	c
08.	c
09.	e
10.	c
11.	c
12.	c
13.	b
14.	c
15.	d
16.	e
17.	d
18.	e
19.	c
20.	c
21.	d
22.	b
23.	a
24.	b
25.	a
26.	d
27.	e
28.	b
29.	b
30.	e

31.	c
32.	d
33.	c
34.	b
35.	d
36.	c
37.	b
38.	e
39.	d
40.	d
41.	a
42.	b
43.	b
44.	a
45.	c
46.	c
47.	d
48.	c
49.	d
50.	c
51.	b
52.	b
53.	b
54.	a
55.	a
56.	d
57.	a
58.	c
59.	d
60.	c

Capítulo

11 ENERGÍA MECÁNICA

ENERGÍA CINÉTICA

La energía cinética es la energía asociada con el movimiento de un cuerpo.

Definimos la magnitud $\frac{1}{2}mv^2$ ***, como la energía cinética*** E_c ***de un cuerpo de masa m que se mueve con la rapidez v.***

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

La energía cinética tiene las mismas unidades que el trabajo y la medimos con las mismas unidades (Joule).

* Al igual que el trabajo, es una cantidad escalar.
* Por ser una cantidad escalar no tiene dirección ni componentes.
* Nótese asimismo que no puede ser negativa nunca.
* La energía cinética $\frac{1}{2}mv^2$ se aplica sólo a partículas o cuerpos que se comportan como ellas. Esta restricción se analiza más a fondo en la dinámica rotacional.
* La energía cinética depende de los sistemas de referencia.

ENERGÍA CINÉTICA DE DIFERENTES OBJETOS

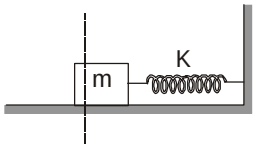
Objeto	*Masa (kg)*	*Velocidad (m/s)*	*Energía cinética (J)*
La Tierra orbitando al Sol	$5{,}98.10^{24}$	$2{,}98.10^{4}$	$2{,}65.10^{33}$
La Luna orbitando a la Tierra	$7{,}35.10^{22}$	$1{,}02.10^{3}$	$3{,}82.10^{28}$
Cohete moviéndose a la velocidad de escape	500	$1{,}12.10^{4}$	$3{,}14.10^{10}$
Automóvil a 55 mi/h	2000	25	$6{,}3.10^{5}$
Atleta corriendo	70	10	$3{,}5.10^{3}$
Piedra que cae desde 10 m	1,0	14	$9{,}8.10^{1}$
Bola de golf a la velocidad terminal	0,046	44	$4{,}5.10^{1}$
Gota de lluvia a la velocidad terminal	$3{,}5.10^{-5}$	9,0	$1{,}4.10^{-3}$
Molécula de oxígeno en aire	$5{,}3.10^{-26}$	500	$6{,}6.10^{-21}$

* La velocidad de escape es la velocidad mínima que un objeto debe alcanzar cerca de la superficie de la Tierra para escapar de la fuerza gravitacional terrestre.

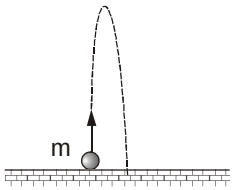
ENERGÍA POTENCIAL

La energía potencial se define sólo para cierta clase de fuerzas denominadas fuerzas conservativas. La fuerza de gravedad y la fuerza del resorte se conocen como fuerzas conservativas. Existen otras, la fuerza de fricción es una fuerza no conservativa. En situaciones donde una fuerza conservativa opera entre los objetos del sistema, es útil y conveniente definir otra clase de energía:

La energía potencial (U) se relaciona a la configuración de un sistema. Aquí "configuración" significa cómo las partes de un sistema están situadas o dispuestas entre sí (por ejemplo, la compresión o estiramiento del resorte en el sistema de bloque-resorte o la altura de la bola en el sistema de bola-tierra).



Un bloque se mueve bajo la acción de la fuerza de un resorte.



Se arroja una bola hacia arriba contra la gravedad de la Tierra.

* Es muy importante recordar que la energía potencial caracteriza al sistema y no a sus objetos individuales. Para hablar correctamente, deberíamos referirnos a la "energía potencial elástica del sistema de bloque-resorte o a la "energía potencial gravitacional del sistema de bola-Tierra". No a la "energía potencial elástica del resorte" ni a la energía potencial gravitacional de la bola.
* En consecuencia, podemos relacionar la energía potencial sólo con las fuerzas conservativas.
* En particular, como $W \neq 0$ en un viaje redondo, no podemos relacionar la energía potencial con la fuerza de fricción.

Ahora, estamos en posibilidad de explicar el cálculo de la energía potencial con dos ejemplos de las fuerzas conservativas para el sistema bloque-resorte y el sistema bola-Tierra.

◆ *ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL*

Cuando un objeto cae en un campo gravitacional, el campo ejerce una fuerza sobre él en la dirección de su movimiento, efectuando trabajo sobre él, con lo cual incrementa su energía cinética. Considere un ladrillo que se dejó caer desde el reposo directamente sobre el clavo de una tabla que está horizontal sobre el suelo. Cuando es soltado el ladrillo cae hacia la Tierra ganando velocidad y, en consecuencia, ganando energía cinética. Gracias a su posición en el espacio, el ladrillo tiene energía potencial (tiene el potencial para hacer trabajo), la cual se convierte en energía cinética conforme cae. En el momento en que el ladrillo llega al suelo, efectúa trabajo sobre el clavo encajándolo en la tabla.

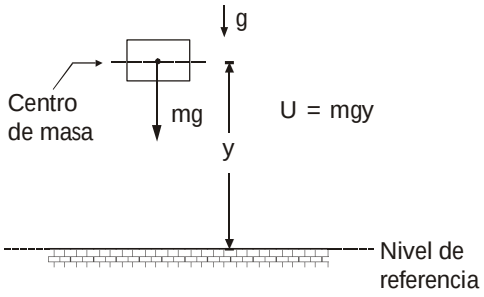
La energía que un objeto tiene, debido a su posición en el espacio, recibe el nombre de energía potencial gravitacional. Es la energía mantenida por un campo gravitacional y transferida al objeto conforme éste cae.

Definimos, la energía potencial gravitacional U_g :

$$U_g \equiv mgy$$

De este modo, la energía potencial asociada a un objeto en cualquier punto en el espacio es el producto del peso del objeto y de su coordenada vertical. El origen del sistema de coordenadas podría localizarse en la superficie de la Tierra o en cualquier otro punto conveniente.

($y << R_T$: Radio terrestre)



y(+) cuando está encima del nivel de referencia
y(-) cuando está debajo del nivel de referencia

* Se considera la energía potencial gravitacional cero en el nivel de referencia.
* Con frecuencia; es conveniente elegir la superficie de la Tierra como la posición de referencia para energía potencial cero; pero, otra vez, esto no es importante. Casi siempre, el planteamiento del problema indica un nivel conveniente que elegir.

◆ *ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA*

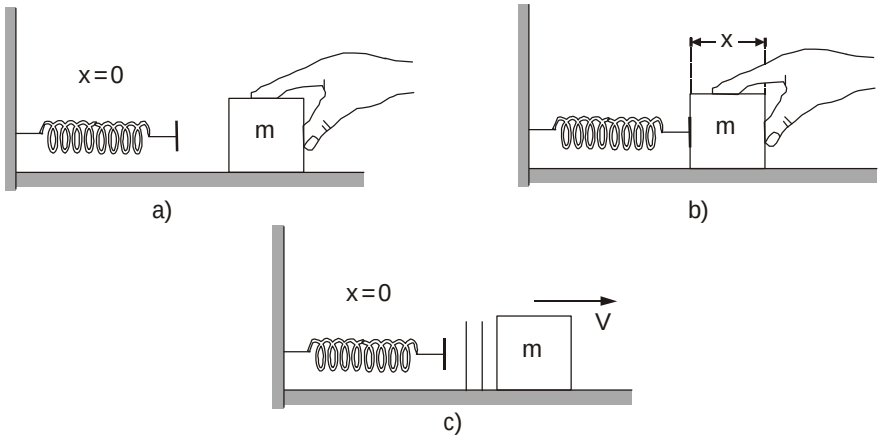
La función de energía potencial elástica asociada a la fuerza de resorte está definida por:

$$U_E \equiv \frac{1}{2}kx^2$$

La energía potencial elástica puede considerarse como la energía almacenada en el resorte deformado (uno que está comprimido o extendido a partir de su estado natural o relajado).

Para visualizar esto, considere la figura "a" que muestra un resorte indeformado sobre una superficie horizontal sin fricción. Cuando se empuja al bloque contra el resorte (figura b) y lo comprime una distancia "x", la energía potencial elástica almacenada en el resorte es $kx^2/2$. Cuando el bloque se suelta desde el reposo, el resorte regresa a su longitud original y la energía potencial elástica almacenada se transforma en energía cinética del bloque (figura c).

* La energía potencial elástica almacenada en el resorte es cero, siempre que el resorte no esté deformado ($x=0$).
* La energía se almacena en el resorte sólo cuando éste está alargado o comprimido.
* Además, la energía potencial elástica es un máximo cuando el resorte ha alcanzado su compresión y extensión máxima (es decir, cuando $|x|$ es un máximo).
* Por último, puesto que la energía potencial elástica es proporcional a x^2 vemos que U, siempre es positiva en un resorte deformado.



De la figura:

a) Un resorte sin deformar sobre una superficie horizontal sin fricción.
b) Un bloque de masa "m" se empuja contra el resorte, comprimiéndolo una distancia "x".
c) El bloque que se suelta desde el reposo y la energía potencial elástica almacenada en el resorte se transfiere al bloque en la forma de energía cinética.

ENERGÍA MECÁNICA TOTAL: E_M

La energía mecánica total E_M se define como la suma de las energías cinética y potencial.

$$\boxed{E_M = E_C + U}$$

Si más de una fuerza conservativa actúa sobre el objeto; entonces, una función de energía potencial se asocia a cada fuerza; en tal caso la energía mecánica del sistema es:

$$\boxed{E_M = E_C + \Sigma U}$$

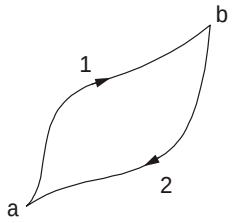
FUERZAS CONSERVATIVAS

Se denomina así a aquellas fuerzas que cumplen las siguientes definiciones, las cuales son equivalentes.

Considere el trabajo total efectuado por una fuerza que opera sobre una partícula a medida que ésta se mueve alrededor de una trayectoria cerrada y retorna a su punto de partida. Si es cero, la llamaremos fuerza conservativa. Si la fuerza total del viaje redondo no es cero, la llamaremos fuerza no conservativa.

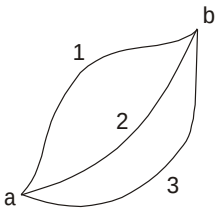
Podemos expresar lo expuesto de la siguiente manera:

El trabajo hecho por una fuerza conservativa ejercida sobre una partícula que se mueve por una trayectoria es cero.



$$W_{ab1} + W_{ba2} = 0$$

Una fuerza es conservativa si el trabajo entre dos puntos cualesquiera es independiente de la trayectoria seguida por la partícula.



$$W_{ab1} = W_{ab2} = W_{ab3}$$

Ejemplos comunes de ***fuerzas conservativas FC son el peso o fuerza gravitatoria***, ***la fuerza elástica de los resortes, etc.***

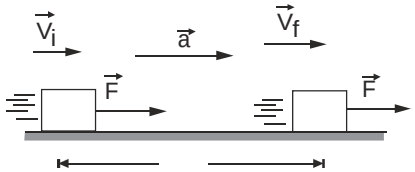
FUERZAS NO CONSERVATIVAS FNC

Son aquellas que no verifican las definiciones anteriores.
Una fuerza es no conservativa si produce un cambio en la energía mecánica.

Por ejemplo, si alguien mueve un objeto sobre una superficie horizontal y lo regresa a la misma posición y al mismo estado de movimiento; pero encuentra que fue necesario realizar una cantidad de trabajo neta sobre el objeto, entonces algo debe haber disipado esa energía transferida al objeto. Esa fuerza disipativa se conoce como fricción entre la superficie y el objeto. La fricción es una fuerza disipativa o "no conservativa".
Ejemplos comunes de ***fuerza no conservativas son la fuerza de fricción, la tensión de las cuerdas***, etc.

TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA

La figura muestra una "partícula" de masa que se mueve hacia la derecha bajo la acción de una fuerza neta constante $\overline{F}$. Como la fuerza es constante, por la segunda Ley de Newton sabemos que la partícula se moverá con aceleración constante $\overline{a}$. Si la partícula se desplaza una distancia, el trabajo neto efectuado por la fuerza F es:



* $W_{neto} = F\,d$
* Por la segunda Ley de Newton: F = ma.
* Si la aceleración es constante. $d = \frac{1}{2}(V_i + V_f)t$ $\quad a = \frac{V_f - V_i}{t}$

  donde V_i es la rapidez en t=0 y V_f es la rapidez en tiempo t. Al sustituir:

  $$W_{neto} = m(\frac{V_f - V_i}{t})\frac{1}{2}(V_i + V_f)t$$

  $$W_{neto} = \frac{1}{2}mV_f^2 - \frac{1}{2}mV_i^2$$

En términos de la energía cinética inicial y final $E_{ci} = \frac{1}{2}mV_i^2$ y $E_{cf} = \frac{1}{2}mV_f^2$. Podemos escribir así la ecuación:

$$\boxed{W_{neto} = \Delta E_c = E_{c_i} + E_{c_f}}$$

Esta ecuación es la representación matemática de un resultado importante denominado ***teorema de trabajo - energía***:

El trabajo neto realizado por las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, es igual al cambio de su energía cinética.

CUIDADO ► Aunque el teorema lo obtuvimos de una fuerza constante, en general se aplica también a fuerzas no constantes. A semejanza de la segunda Ley de Newton, que utilizamos al obtenerlo, el teorema se aplica sólo a las partículas o cuerpos que se comportan como ellas. Esto se analiza en la dinámica rotacional.

TRABAJO EFECTUADO POR UNA FUERZA CONSERVATIVA

Las funciones de energía potencial son definidas sólo por fuerzas conservativas. En general, el trabajo W, hecho sobre un objeto por una fuerza conservativa es igual al valor inicial de energía potencial asociada al objeto menos el valor final:

$$\boxed{W^{FC} = U_i - U_f}$$

TRABAJO DE LAS FUERZAS NO CONSERVATIVAS

En general, sobre un sistema actúan fuerzas no conservativas y conservativas. Por ejemplo, el trabajo hecho por la fuerza de fricción disminuye la energía mecánica; esta pérdida de energía sólo es aparente porque reaparece como otra forma de energía que estudiaremos más adelante.

En el enunciado de la conservación de la energía se puede incluir el efecto de la fricción u otras fuerzas no conservativas escribiendo:

$$E_{K_i} + U_i + W^{FNC} = E_{K_F} + U_F$$

donde W^{FNC} es el trabajo de las fuerzas no conservativas. Otra manera de representar esta expresión, es la siguiente:

$$\boxed{W^{FNC} = \Delta E_M}$$

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Un objeto que se mantiene a cierta altura ***h*** sobre el suelo no tiene energía cinética, pero, como aprendimos antes, hay una energía potencial gravitacional asociada igual a ***mgh*** , relativa al suelo, si el campo gravitacional está incluido como parte del sistema. Si el objeto se suelta, cae hacia el piso conforme cae su velocidad y en consecuencia su energía cinética aumentan, en tanto que la energía potencial disminuye. La suma de las energías cinética y potencial, conocida como energía mecánica ***E***, permanece constante en el tiempo. Este es un ejemplo del principio de la ***conservación de la energía***.

$$E_i = E_f$$
$$Ec_i + U_i = E_{cf} + U_f$$

La conservación de la energía requiere que la energía mecánica total de un sistema permanezca constante en cualquier "sistema aislado" de objetos que interactúan sólo a través de fuerzas conservativas.

Es importante observar que la ecuación es válida siempre que no se añada o extraiga energía del sistema. Asimismo, no debe haber fuerzas no conservativas dentro del sistema realizando trabajo.

EJERCICIOS PROPUESTOS

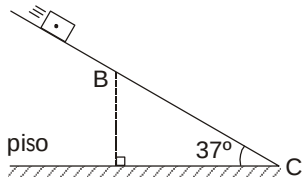
01. Una piedra de 3 kg es lanzada con una velocidad de 36 km/h. Calcular el valor de su energía cinética en dicho instante.

a) 100 J b) 150 J c) 200 J
d) 250 J e) 300 J

02. Un cuerpo cae libremente; si en un instante su velocidad es 72 km/h y su energía cinética tiene un valor de 100 J, calcular el valor de la masa del cuerpo.

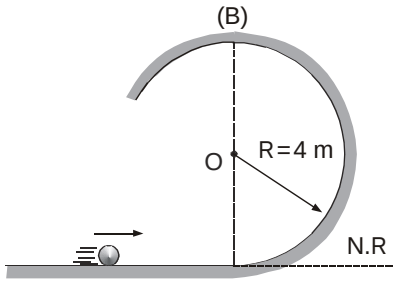
a) 1 kg b) 2 kg c) 2,5 kg
d) 1,5 kg e) 0,5 kg

03. Calcular la energía potencial gravitacional del bloque de 2 kg con respecto al piso, al pasar por el punto "B". ($g = 10\ m/s^2$), ($\overline{BC} = 10\ m$)



a) 60 J b) 180 J c) 90 J
d) 120 J e) 240 J

04. Si la pequeña esfera tiene una masa de 0,2 kg, calcular su energía potencial gravitacional al pasar por el punto "B", con respecto al nivel de referencia. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 20 J b) 36 J c) 16 J
d) 40 J e) 64 J

05. Un resorte de constante de elasticidad K = 2 N/cm, se estira 20 cm. ¿Qué valor adquiere su energía potencial elástica?

a) 1 J b) 3 J c) 5 J
d) 2 J e) 4 J

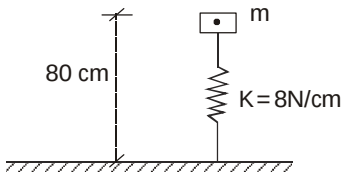
06. Calcular cuánto se debe comprimir un resorte de constante K = 4 N/cm, para que adquiera una energía potencial elástica de 32 J.

a) 40 cm b) 60 cm c) 80 cm
d) 50 cm e) 20 cm

07. Se suelta una piedra que 2 kg de masa, de tal manera de cuando le faltan 5 m para llegar al piso, posee una rapidez de 10 m/s, calcular el valor de su energía mecánica en esta posición con respecto al piso. ($g = 10\ m/s^2$)

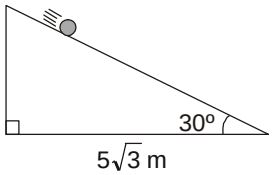
a) 200 J b) 100 J c) 150 J
d) 125 J e) 50 J

08. El resorte mostrado tiene una longitud natural de 1 m, si el bloque de 2,5 kg se coloca sobre él, adquiere la posición indicada. Calcular su energía mecánica con respecto al piso. ($g = 10\ m/s^2$).



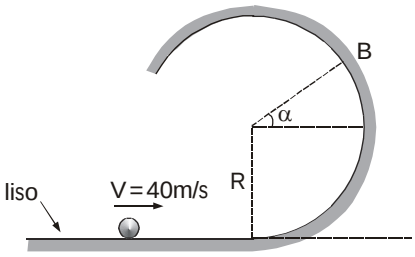
a) 20 J b) 40 J c) 16 J
d) 36 J e) 72 J

09. Un objeto se suelta desde lo alto de un plano inclinado como se muestra, calcular el valor de su velocidad al llegar al pie del plano inclinado liso.



a) 5 m/s b) $5\sqrt{2}$ m/s c) 7 m/s
d) $7\sqrt{2}$ m/s e) 12 m/s

10. Un objeto se lanza desde el piso con una velocidad de 40 m/s; llegando solo hasta la posición "B". Hallar el valor del ángulo "α". ($g = 10\ m/s^2$; R = 50 m).



a) 30º b) 37º c) 45º
d) 53º e) 60º

11. Para duplicar la velocidad de un móvil de 12 kg se realiza un trabajo de 288 J. ¿Cuál es su velocidad final?

a) 2 m/s b) 3 m/s c) 4 m/s
d) 6 m/s e) 8 m/s

12. Sobre un móvil en reposo se realiza un trabajo de 75 J, para moverlo horizontalmente. Calcular qué velocidad adquiere, si su masa es de 6 kg.

a) 1 m/s b) 3 m/s c) 5 m/s
d) 2 m/s e) 4 m/s

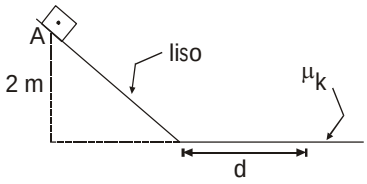
13. Una bala de 20 g, moviéndose horizontalmente con una rapidez de 400 m/s, atraviesa un bloque de madera de 4 cm de espesor, saliendo de él, con una rapidez de 300 m/s. ¿Qué trabajo desarrolló la madera sobre la bala y cuánto vale la fuerza media que ejerció la madera?

a) -200 J; 18 kN b) -300 J; 16 kN
c) -500 J; 15 kN d) -700 J; 17,5 kN
e) -800 J; 12,5 kN

14. Una bala de 50 g se dispara horizontalmente sobre una pared, con una velocidad de 200 m/s. Calcular el valor de la fuerza que ejerce la pared, si la bala logra penetrar 25 cm.

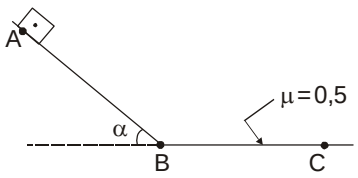
a) 2000 N b) 300 N c) 3000 N
d) 400 N e) 4000 N

15. Un bloque parte del reposo de "A". ¿Qué distancia logra recorrer en la parte plana?
($\mu_k = 0{,}2$; $g = 10\ m/s^2$)



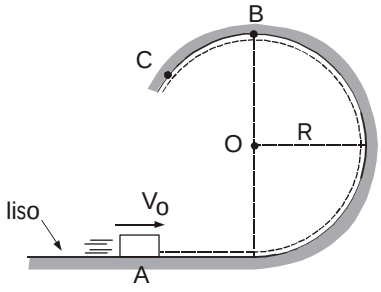
a) 20 m b) 1 m c) 100 m
d) 10 m e) 2 m

16. Si el cuerpo se suelta en "A" y solo llega a "C". Calcular "α" si solo existe fricción en $\overline{BC}$ ($g = 10\ m/s^2$). $\overline{AB} = 10\,m$; $\overline{BC} = 12\,m$.



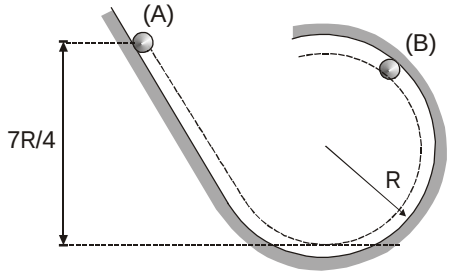
a) 16º b) 30º c) 45º
d) 37º e) 53º

17. Calcular el mínimo valor de la velocidad V_o que debe tener el pequeño bloque en "A" para que pase por los puntos "B" y "C".



a) $2\sqrt{gR}$ b) $\sqrt{gR}$ c) $\sqrt{2gR}$
d) $\sqrt{3gR}$ e) $\sqrt{5gR}$

18. Una partícula se abandona en el punto (A) de la superficie lisa, describe la trayectoria mostrada y se desprende en el punto (B). ¿Qué rapidez tiene en dicho punto?
($R = 5$ m; $g = 10\ m/s^2$).

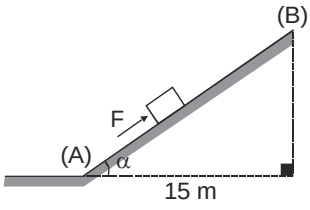


a) 5 m/s b) 6,5 m/s c) $6\sqrt{5}$ m/s
d) 7 m/s e) 7,5 m/s

19. Una pequeña esfera de acero se suelta desde una altura "h" sobre una superficie de arena movediza, observándose que la esfera penetra en la arena una profundidad máxima de h/4.
¿Qué fuerza, suponiéndola constante, ejerce la arena sobre la esfera de 10 N de peso?

a) 25 N b) 50 N c) 75 N
d) 100 N e) 80 N

20. Un bloque de 2 kg es llevado, desde el reposo desde "A" hasta "B", mediante una fuerza constante paralela al plano inclinado liso. Si F = 20 N. ¿Con qué rapidez llega hasta B? $\overline{AB} = 17\,m$ ($g = 10\ m/s^2$).



a) 6 m/s b) $6\sqrt{2}$ m/s c) $5\sqrt{2}$ m/s
d) $5\sqrt{6}$ m/s e) $6\sqrt{5}$ m/s

21. Se tienen dos cuerpos de diferentes masas las cuales se encontraban inicialmente en reposo. Si ambos son acelerados hasta que adquieren la misma energía cinética; luego, es correcto:
I. El trabajo total efectuado sobre ambos cuerpos es igual.
II. El cuerpo de menor masa adquiere una mayor rapidez.
III. Si sobre ambos cuerpos actúa la misma fuerza resultante, entonces el cuerpo de mayor masa recorrió mayor distancia.

a) I y III b) II y III c) Sólo I
d) I y II e) Sólo II

22. Un cuerpo describe un MCUV entre dos puntos debido a la acción de una fuerza resultante. Luego, se podrá afirmar correctamente:
I. El trabajo neto depende del radio de la trayectoria.
II. El trabajo neto depende de la masa del cuerpo.
III. El trabajo neto será nulo.

a) Sólo II b) Sólo I c) Sólo III
d) I y II e) I y III

23. Un camión cargado y un pequeño automóvil se mueven con la misma energía cinética. Indicar la(s) afirmación(es) verdaderas:
I. La rapidez del automóvil es mayor que la velocidad del camión.
II. El trabajo necesario para detener el automóvil es menor que el requerido para detener el camión.
III. El trabajo necesario para detener los vehículos no depende del valor de la fuerza aplicada para frenarlos.

a) I y II b) I y III c) II y III
d) Sólo I e) Sólo II

24. Un automóvil se mueve con una rapidez V sobre una superficie horizontal. Si su rapidez se reduce en 20%, su nueva energía cinética es el ..... de la energía cinética anterior.

a) 10% b) 32% c) 20%
d) 64% e) 40%

25. La energía cinética inicial de un cuerpo en movimiento es E_o. La velocidad del objeto se duplica por acción de las fuerzas aplicadas. ¿Qué trabajo efectuó la fuerza resultante sobre el cuerpo?

a) $2\,E_o$ b) $4\,E_o$ c) $3\,E_o$
d) E_o e) $5\,E_o$

26. Un péndulo es desviado 90° de su posición de equilibrio vertical al dejarlo en libertad. Señale las afirmaciones falsas.
I. El trabajo de la fuerza de gravedad sirve para aumentar la velocidad de la masa pendular en su descenso.
II. El trabajo de la tensión de la masa pendular permanece constante, si no se considera la fricción del aire.
III. La energía mecánica de la masa pendular permanece constante, si no se considera la fricción del aire.

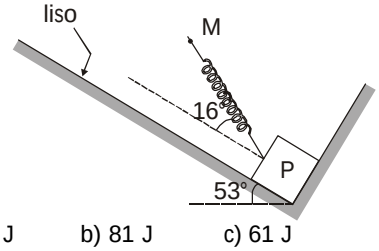
a) Sólo II b) Sólo I c) Sólo III
d) I y II e) I y III

27. Un cuerpo de masa "m" se suelta desde el punto A, situado a una altura "h" sobre el suelo. Considere al cuerpo al pasar por el punto B, a una altura "h/4" sobre el suelo, en su caída vertical. Si la resistencia del aire no es despreciable, indicar verdadero (V) o falso (F):
I. La energía potencial del cuerpo en B, vale mgh/4 respecto del piso.
II. La energía mecánica total del cuerpo en A, vale mgh respecto del piso.
III. La energía cinética del cuerpo en B, es menor que 3 mgh/4. (g = aceleración de la gravedad).

a) VVV b) FVV c) FVF
d) VVF e) VFV

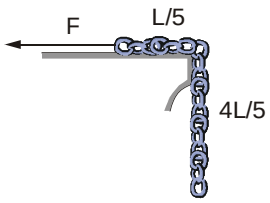
28. Con relación al trabajo de las fuerzas conservativas, señale la expresión falsa:
a) Es independiente de la trayectoria entre 2 puntos dados.
b) Es igual a la diferencia entre los valores inicial y final de la energía potencial asociada a dicha fuerza.
c) Es completamente recuperable.
d) Depende de la distancia entre el punto de partida y el punto de llegada.
e) Se puede medir en Joule.

29. El resorte ideal, cuya rigidez es de 50 N/cm se encuentra soldado al bloque en la forma mostrada. El trabajo necesario para elevar al bloque de 120 N hasta una altura de 0,5 m al aplicar una fuerza en M en la dirección $\overrightarrow{PM}$ es:



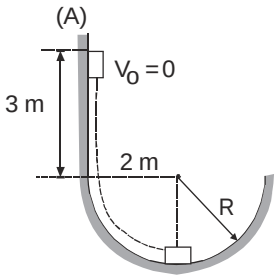
a) 60 J b) 81 J c) 61 J
d) 241 J e) 842 J

30. A partir de la posición mostrada y despreciando el rozamiento en la mesa, calcular el trabajo necesario para colocar toda la cadena sobre la mesa subiéndola a la velocidad constante de 2 m/s. La cadena es homogénea de 8 kg y longitud L = 10 m. ($g = 10\ m/s^2$).



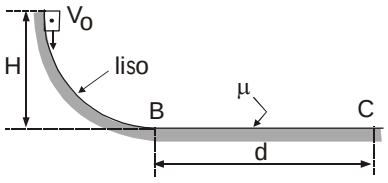
a) 64 J b) 128 J c) 256 J
d) 512 J e) 640 J

31. Una teja de 1 kg es soltada en la posición "A", resbalando sobre la superficie áspera ($\mu_k = 0{,}75$). Calcular el módulo de la reacción de la superficie sobre la teja cuando ésta pase por la posición de mínima energía potencial, si hasta ese instante se han disipado 20 J de energía debido al rozamiento.
($g = 10\ m/s^2$).



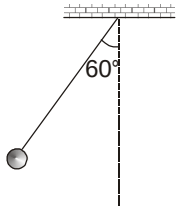
a) 40 N b) 30 N c) 50 N
d) 60 N e) 80 N

32. Un bloque es lanzado con $V_o = 6$ m/s. Si en el tramo BC se cumple que $H - \mu d = 8$, determinar la rapidez del bloque cuando pasa por el punto C. ($g = 10\ m/s^2$).



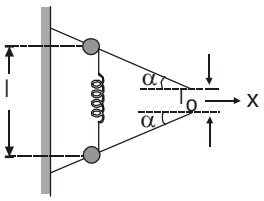
a) 7 m/s b) 10 m/s c) 14 m/s
d) 20 m/s e) 21 m/s

33. El péndulo se suelta de la posición mostrada. Determinar el ángulo que forma la cuerda con la vertical en el instante que el módulo de la aceleración tangencial es igual al de la aceleración centrípeta.



a) 30° b) 16° c) 37°
d) 45° e) 53°

34. En los extremos de un muelle imponderable de rigidez "k" y longitud "l", se hallan abalorios de masa "m" cada uno. Los abalorios están puestos en barras sujetas rígidamente de la manera expuesta en la figura. La distancia entre los extremos de las barras "l_o" coincide con la longitud del muelle sin estirar. Determínese con qué velocidad se moverá el muelle en la dirección "x", después de que los abalorios se desprendan de las barras. En el instante inicial el muelle se encontraba en reposo. Menosprecie la fricción y el campo de gravedad.



a) $V = (l - l_o)\sqrt{\frac{k}{2m}}$

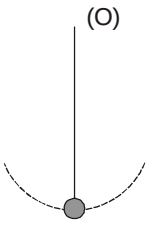
b) $V = (l - l_o)\sqrt{\frac{k}{m}}\cos\alpha$

c) $V = l\sqrt{\frac{k}{m}}$

d) $V = (l - l_o)\sqrt{\frac{k}{2m}}\cos\alpha$

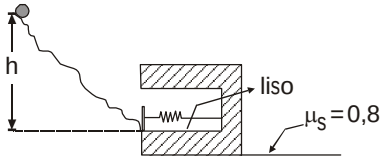
e) $V = l\sqrt{\frac{k}{2m}}$

35. ¿Qué mínima rapidez debemos comunicar horizontalmente a la esferita que cuelga del hielo de 1 m de longitud para que pueda realizar una vuelta completa alrededor del punto fijo "O".
($g = 10\ m/s^2$).



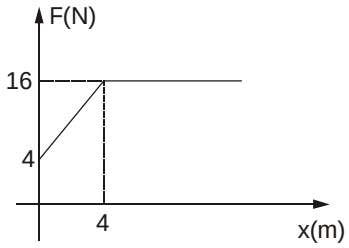
a) 5 m/s b) 10 m/s c) $7\sqrt{2}$ m/s
d) $7\sqrt{2}/2$ m/s e) $5\sqrt{2}$ m/s

36. Calcular la mínima altura desde la cual se tiene que soltar la esferita de 50 g para que el bloque de 950 g adosado al resorte empiece a deslizar (k = 8 N/cm). La posición inicial es la que se muestra. ($g = 10\ m/s^2$).



a) 20 cm b) 4 cm c) 8 cm
d) 12 cm e) 16 cm

37. Un bloque de 1 kg reposa en una superficie horizontal rugosa con coeficiente de fricción variable ($\mu = 0,4x$) y es sometido a la acción de una fuerza horizontal cuyo módulo varía con la posición tal como indica el gráfico. ¿Qué rapidez máxima adquiere el bloque? ($g = 10\ m/s^2$).

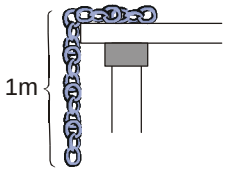


a) 2 m/s b) 4 m/s c) 6 m/s
d) 8 m/s e) 10 m/s

38. Respecto al problema anterior se desea averiguar en qué posición "x" el bloque vuelve a detenerse?

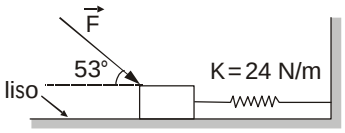
a) x = 4 m b) x = 5 m
c) x = 6 m d) x = 8 m
e) x = 10 m

39. Por un extremo de una mesa cuya superficie es lisa cuelga una cadena homogénea de 3 kg y 3 m de longitud. Siendo el extremo libre 1 m, la cadena inicia su deslizamiento. ¿Con qué rapidez abandona la cadena la superficie de la mesa?
($g = 10\ m/s^2$).



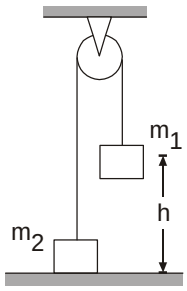
a) $2\sqrt{3}$ b) $3\sqrt{2}$ c) $5\sqrt{2}$
d) $2\sqrt{5}$ e) $\frac{4}{3}\sqrt{15}$

40. Sobre el bloque de 2 kg que está en reposo se empieza a ejercer la fuerza $\vec{F}$, donde el módulo de $\vec{F}$ varía según: F = 20x + 10, tal que "x" es la deformación del resorte cuya rigidez es: K = 24 N/m. Determine la máxima rapidez que logra alcanzar el bloque.



a) $\sqrt{13,5}$ m/s b) $\sqrt{15}$ m/s
c) $\sqrt{13}$ m/s d) 10 m/s
e) $\sqrt{1,5}$ m/s

41. En la figura $m_1 = 4$ kg y $m_2 = 1$ kg, h = 24 m. Si el sistema empieza a moverse del reposo, ¿cuál es la magnitud de la velocidad de las masas cuando se encuentran?
($g = 10\ m/s^2$).

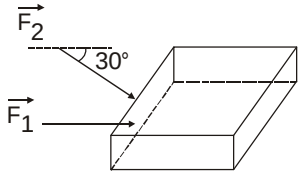


a) $4\sqrt{15}$ m/s b) 12 m/s
c) $4\sqrt{30}$ m/s d) $12\sqrt{2}$ m/s
e) Tienen diferentes valores

42. Una masa de 100 kg, inicialmente en reposo, tiene al cabo de 5 segundos en movimiento por un plano sin fricción, una energía cinética de 20.10^3 J. Entonces, el valor de la fuerza constante que provoca este movimiento es en newtons: el plano y la fuerza son horizontales.

a) 800 b) 700 c) 600
d) 500 e) 400

43. El cuerpo mostrado, en la figura, tiene 4 newtons de peso y se desplaza con velocidad constante una distancia de 10 m sobre una superficie horizontal (coeficiente de fricción = 0,4) por acción de las fuerzas F_1 paralela al plano y F_2 de 2 newtons inclinada un ángulo de 30° con respecto a la horizontal. El trabajo realizado por la fuerza F_1 en Joules es:



a) $0{,}27.10^{-2}$ b) $0{,}27.10^{-1}$ c) $0{,}27.10^{0}$
d) $0{,}27.10^{1}$ e) $0{,}27.10^{2}$

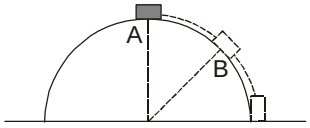
44. Un cuerpo de 1 kg de masa se encuentra sobre una superficie lisa horizontal, atado a un resorte cuya longitud natural es de 40 cm y de constante elástica 10^4 N/m. Si el cuerpo es desplazado 10 cm desde la posición de equilibrio y luego soltado, determinar la energía cinética (en Joules) del cuerpo cuando la longitud del resorte es de 35 cm.

a) 37,5 b) 637,5 c) 187,5
d) 112,5 e) 75

45. Una piedra cuyo peso es de 20 newtons cae desde cierta altura (suponga rapidez inicial igual a cero). La caída dura 1,6 segundos. Despreciando la resistencia del aire, la energía cinética (K) y la energía potencial (U) de la piedra (en Joules) en el punto medio del camino recorrido serán iguales a:
(Asumir = g=10 m/s^2).

a) 128; 128 b) 64; 128
c) 32; 156 d) 64; 180
e) 96; 96

46. Un cuerpo pequeño de masa m, se encuentra sobre una superficie hemisférica de hielo como se muestra en la figura. El cuerpo resbala a partir del reposo en A; suponiendo que el hielo es perfectamente liso. A partir del punto B, la masa deja de tener contacto con la superficie.



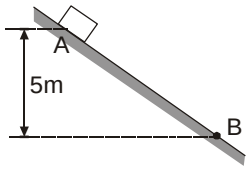
Entonces se cumple que:

a) La rapidez en B es máxima en todo el recorrido.
b) La fuerza centrípeta en B se anula.
c) Si la masa cambia, el punto B también cambia.
d) Si la masa cambia, el punto B es el mismo.
e) La rapidez en B es mínima.

47. ¿Cuánto trabajo es requerido para levantar verticalmente un bloque de 0,1 kg, partiendo del reposo, hasta una altura de 2 metros, de manera que llegue a dicha altura con una rapidez de 3 m/s? (g=9,8 m/s^2)

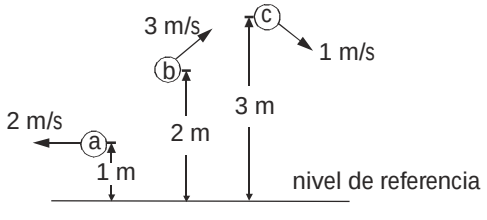
a) 4,32 joules b) 2,41 joules
c) 3,28 joules d) 5,15 joules
e) 1,36 joules

48. Un bloque de masa 2 kg se suelta del punto A de un plano inclinado, como se indica en la figura. Si en el punto B, su rapidez es 8 m/s, hallar el trabajo en joules, realizado por la fuerza de fricción. (g=10 m/s^2).



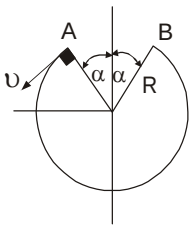
a) -64 b) -36 c) 36
d) 100 e) 64

49. En la figura, se muestran la altura y la velocidad de tres proyectiles en un determinado instante. Las masas de los proyectiles a, b y c son respectivamente 3, 1 y 2 kg ¿Cuál de las alternativas respecto a los valores E_a, E_b y E_c de la energía mecánica total de los proyectiles es correcta?.



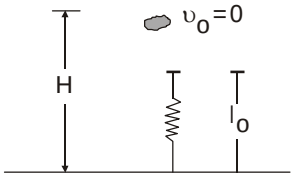
a) $E_a = E_b < E_c$ b) $E_c > E_b > E_a$
c) $E_a = E_b = E_c$ d) $E_a > E_b > E_c$
e) $E_c > E_a > E_b$

50. Un bloque pequeño de masa "m" se desliza, sin fricción, sobre un carril circular abierto, colocado en un plano vertical como se indica en la figura. ¿Cuál debe ser su velocidad en el punto A para que salte en el punto B, por el aire, y justo ingrese nuevamente por el punto A y continúe su movimiento circular? (Los puntos A y B se encuentran a la misma altura).



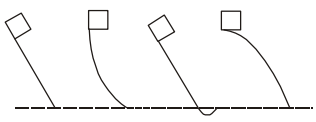
a) $\sqrt{Rg/Sec\alpha}$ b) $\sqrt{Rg/Cotg\alpha}$
c) $\sqrt{Rg/Cos\alpha}$ d) $\sqrt{Rg/Sen\alpha}$
e) $\sqrt{Rg/Tg\alpha}$

51. Se deja caer un trozo de plastelina verticalmente desde una altura H, sobre un resorte de longitud natural l_o. La plastelina se adhiere al resorte comenzando a oscilar periódicamente en el tiempo con amplitud A. Luego, para duplicar la amplitud de oscilación, debemos dejar caer la plastelina desde una altura igual a:



a) $4H-3l_o+2A$ b) $4H-3l_o+A$
c) $4H-l_o+2A$ d) $4H-l_o+A$
e) $4H+2l_o-2A$

52. Hay cuatro pistas de la misma altura, pero de diferente forma, como se muestra. Si un bloque se suelta (por turnos) de la parte superior de la pista y baja sin rozamiento, alcanzando al final de la pista una velocidad v, ¿en cuál de los cuatro casos es el módulo de la velocidad final mayor?



a) 1 b) 2
c) 3 d) 4
e) Los cuatro módulos de velocidades son iguales

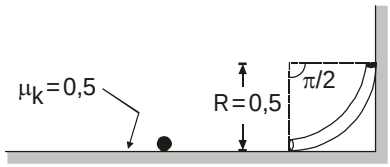
53. Se suelta una piedra desde una altura de 200 m. El rozamiento con el aire hace que su energía cinética, al momento de llegar al suelo, sea el 90% de lo que sería si no hubiese rozamiento con el aire.
Entonces, la velocidad de la piedra, en m/s, al momento de llegar al suelo es: (considere $g=10m/s^2$).

a) 50 b) 60 c) 70
d) 80 e) 90

54. Un automóvil se mueve a 48 km/h en línea recta. Repentinamente, se aplican los frenos y se detiene luego de recorrer 2 m. Si se hubiera estado moviendo a 96 km/h y se aplicarán los frenos como en el caso anterior, de manera que, se obtuviese la misma desaceleración, cuál sería la distancia que recorrería desde el momento que se aplican los frenos hasta que se detiene.

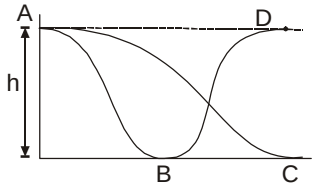
a) 4 m b) 6 m c) 8 m
d) 10 m e) 12 m

55. Un bloque pequeño de masa m se deja caer libremente desde la parte superior de un tubo en forma de un arco $\theta=\frac{\pi}{2}$, deslizándose sin fricción hasta llegar a la superficie horizontal rugosa (ver figura) con coeficiente de fricción cinético $\mu_k=0{,}5$. La distancia, en metros, que recorre el bloque antes de detenerse es:



a) 1,0 b) 1,5 c) 2,0
d) 0,5 e) 0,25

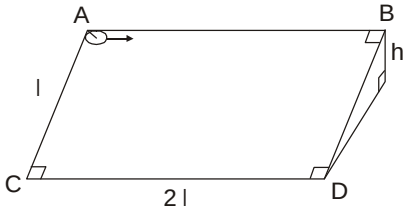
56. Un mismo móvil puede deslizarse sobre dos toboganes lisos, mostrados en la figura, partiendo desde el punto más alto A sin velocidad inicial.
Se puede concluir que:
* El trabajo hecho por la gravedad es el mismo para las trayectorias AB y AC.
* La energía cinética en B es mayor que en C.
* En cada instante sobre cualquier trayectoria, la energía total del móvil es constante.
* La velocidad en B será mayor si el deslizamiento se inicia en D y no en A.



Señale la combinación de conclusiones verdaderas (V) o falsas (F) en el orden indicado.

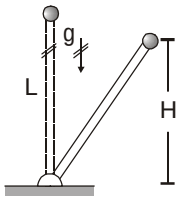
a) VFVF b) FVFV c) VVFF
d) FFVV e) FVVF

57. La figura muestra un plano inclinado liso ABCD de longitud l, ancho $2l$ y altura h. Un disco pequeño colocado sobre el plano es lanzado desde el punto A con una velocidad inicial $\vec{V}$ cuya dirección es paralela al borde AB del plano. Si el disco pasa por el punto D, el módulo de la velocidad inicial está dado por:



a) $\sqrt{gh}$ b) $\sqrt{g\,l}$ c) $\sqrt{2gh}$
d) $\sqrt{2g\,l}$ e) $2\sqrt{g\,l}$

58. Si la barra de masa despreciable de 30 cm de longitud, se desvía ligeramente de la posición vertical. ¿A qué altura H dicha barra no experimenta fuerza interna?



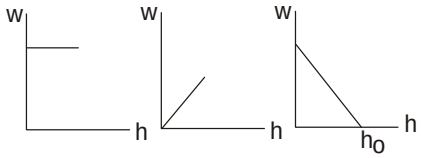
a) 16 cm b) 20 cm c) 30 cm
d) 25 cm e) 15 cm

59. Una bola de 200 gramos cae a partir del estado de reposo. Su velocidad es de 15 m/s después de haber caído 20 metros.
¿Cuánta energía se perdió debido a la fricción del aire? ($g = 9{,}8\ m/s^2$).

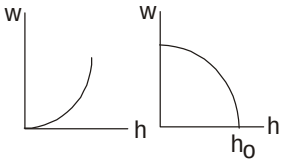
a) 11,2 J b) 16,7 J c) 12,2 J
d) 21,7 J e) 32,5 J

60. Un cuerpo se desliza, sin fricción, hacia abajo sobre un plano inclinado, partiendo de una altura h_o con respecto al piso. ¿Cuál de los siguientes gráficos representa cualitativamente el trabajo W que realiza el peso del cuerpo en función de la altura h?

a) b) c)



d) e)



Claves

01.	b
02.	e
03.	d
04.	c
05.	e
06.	a
07.	a
08.	d
09.	d
10.	b
11.	c
12.	c
13.	d
14.	e
15.	d
16.	d
17.	e
18.	a
19.	b
20.	e
21.	d
22.	d
23.	b
24.	d
25.	c
26.	a
27.	a
28.	d
29.	c
30.	c

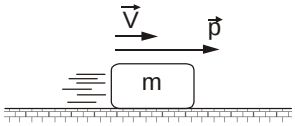
31.	c
32.	c
33.	c
34.	d
35.	e
36.	c
37.	b
38.	c
39.	e
40.	e
41.	b
42.	e
43.	d
44.	a
45.	a
46.	d
47.	b
48.	b
49.	e
50.	c
51.	a
52.	e
53.	b
54.	c
55.	a
56.	a
57.	c
58.	b
59.	b
60.	b

Capítulo

12 DINÁMICA DE UN SISTEMA DE PARTÍCULAS

CANTIDAD DE MOVIMIENTO ($\vec{p}$)

Esta magnitud vectorial caracteriza al movimiento de un objeto ya que no sólo considera las características de su velocidad sino también a la inercia del mismo. Los vectores cantidad de movimiento y velocidad poseen la misma dirección.

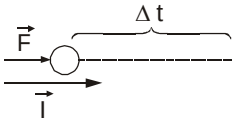


$\vec{p} = m\vec{V}$ Unidad: kg m/s

IMPULSO ($\vec{I}$)

Cada vez que una fuerza actúa sobre un cuerpo durante un intervalo de tiempo, se dice que tal fuerza le comunica al cuerpo un impulso, en la dirección de la fuerza ejercida.

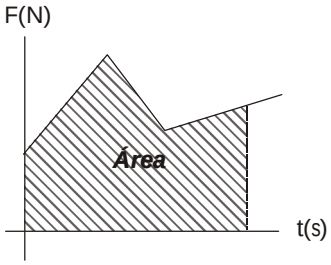
Si: $\vec{F}$ = constante en módulo y dirección.



$\vec{I} = \vec{F}\,\Delta t$

Unidad: N.s

Si: $\vec{F} \neq$ constante



Área = I

TEOREMA DEL IMPULSO

El impulso neto realizado sobre un cuerpo por todas las fuerzas que actúan sobre él (Impulso de la Resultante), es siempre igual a la variación de su cantidad de movimiento.

$$\vec{I}_{NETO} = \vec{P}_F - \vec{P}_o$$

$$\vec{I}_{NETO} = \Delta \vec{P}$$

$$|\vec{I}_{NETO}| = \sqrt{P_1^2 + P_o^2 - 2P_1P_o\cos\alpha}$$

PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

En todo sistema aislado, es decir, en aquellos sistemas donde la resultante de fuerzas externas sobre el sistema es cero, se verifica que la cantidad de movimiento del sistema, se mantiene constante en módulo y dirección, ya que sólo actúan fuerzas internas de acción y reacción.

Este principio se cumple durante el choque de cuerpos libres, en las explosiones, etc.

$$\text{Sistema Aislado} \Leftrightarrow \sum F_{EXTERNAS} = 0$$

$$\Leftrightarrow P_{SISTEMA} = \text{constante}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + ... + \vec{P}_N = \text{constante}}$$

CHOQUES

En la vida cotidiana, por choque se comprende un fenómeno o acción semejante a la colisión recíproca de las bolas de billar. En física, este fenómeno se entiende en un sentido más amplio. Entendemos por ***choque o colisión cualquier breve interacción entre partículas.***

La particularidad de la teoría del choque consiste en que no analizamos en forma detallada el mecanismo de la interacción. La causa reside en que el análisis de las fuerzas que surgen durante el choque es muy complicado y, en muchos casos imposible.

A continuación, examinaremos la teoría del choque sólo con la aproximación de la mecánica newtoniana.

◆ *COEFICIENTE DE RESTITUCIÓN (e)*

Esta magnitud escalar, que depende de las cualidades elásticas de los materiales que conforman los cuerpos que chocan, nos indica en qué grado se disipa o no la energía mecánica de los cuerpos que chocan en forma de calor.

$$\boxed{e = \frac{V_{\text{Relativa de Alejamiento}}}{V_{\text{Relativa de Acercamiento}}}}$$

◆ *TIPOS DE CHOQUES:*

1) ***CHOQUE PERFECTAMENTE ELÁSTICO***: En este caso, la energía cinética del sistema se mantiene constante, no varía a causa del choque.

$$\Rightarrow E_{k\,(ANTES)} = E_{k\,(DESPUES)} \Rightarrow e = 1$$

2) ***CHOQUE INELÁSTICO***: En este tipo de choque parte de la energía cinética del sistema se convierte en calor, debido a la deformación inelástica de los cuerpos que chocan, verificándose que los cuerpos se separan después de la colisión.

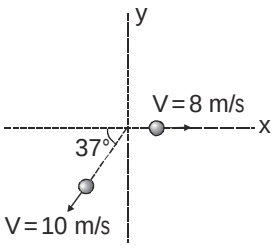
$$\Rightarrow E_{k\,(ANTES)} = E_{k\,(DESPUES)} + \text{Calor} \Rightarrow 0 < e < 1$$

3) ***CHOQUE PERFECTAMENTE INELÁSTICO:*** En este tipo de choque, también parte de la energía cinética del sistema se convierte en calor, debido a la deformación inelástica. En este caso particular, después de la colisión, las partículas quedan unidas y se mueven juntas con las misma velocidad.

$$\Rightarrow E_{k\,(ANTES)} = E_{k\,(DESPUES)} + \text{Calor} \Rightarrow e = 0$$

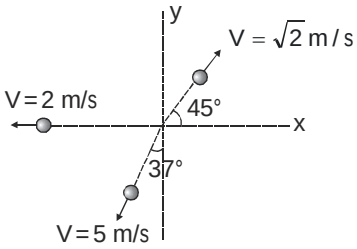
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Si las masas de las partículas son iguales a 2 kg, hallar el módulo de la cantidad de movimiento del sistema.



a) 8 kg m/s b) 10 kg m/s c) 12 kg m/s
d) 16 kg m/s e) 20 kg m/s

02. Hallar la cantidad de movimiento del sistema de partículas de masas iguales a 2 kg.



a) (-8;6) kg m/s b) (-8;-6) kg m/s
c) (8;-6) kg m/s d) (8;6) kg m/s
e) 0 kg m/s

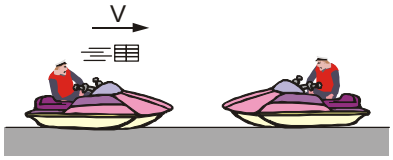
03. Con una escopeta de cacería de 2 kg se dispara una bala de 5 g con una velocidad con módulo de 500 m/s. Si la escopeta puede retroceder, hasta golpear el hombro del cazador, calcular el módulo de la velocidad inicial de retroceso del arma, en m/s.

a) 5 b) 2,5 c) 1,25
d) 0,75 e) 0,25

04. Un pez de 3 kg que nada con una rapidez de 2 m/s, se tragó un pez pequeño de 500 g que nadaba en dirección contraria a razón de 6 m/s.
Calcular la rapidez del pez grande después de tragarse al pequeño.

a) 1,64 m/s b) 1,71 m/s c) 3,67 m/s
d) 0,50 m/s e) 0,86 m/s

05. Un hombre de masa "m" que se encuentra en reposo en una lancha de masa "4 m", lanza un paquete de masa "m/4" con una rapidez horizontal "V" hacia otro hombre de igual masa, que se encuentra en reposo en otra lancha idéntica a la anterior. Calcular las rapideces finales de los dos hombres.



a) V/19 y V/20 b) V/20 y V/21
c) V/5 y V/3 d) V/12 y V/13
e) V/5 y V/20

06. Un muchacho de masa (M) con sus patines está parado sobre una pista de hielo sosteniendo una esfera de masa "m" (M = 8 m), si lanza la esfera en forma horizontal con una velocidad de 5 m/s, calcular con que rapidez retrocederá el muchacho, después del lanzamiento.

a) 20 m/s b) 10 m/s c) 45 m/s
d) 40 m/s e) 5 m/s

07. Una persona de 90 kg está en reposo en el extremo de una tabla de 30 kg de masa y 12 m de longitud, si camina hasta el otro extremo. ¿Qué distancia retrocede la tabla sobre el terreno horizontal?

a) 3 m b) 16 m c) 9 m
d) 4 m e) 6 m

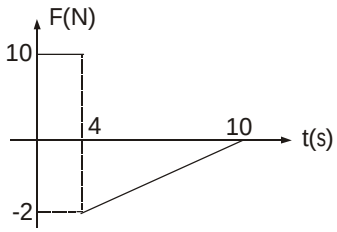
08. Un hombre de masa "M" parado en el extremo de una balsa de longitud "L" y masa "m" empieza a moverse lentamente llegando hasta el otro extremo. ¿Qué distancia se desplazó la balsa hasta ese instante sobre la superficie del agua?

a) L/4 b) 3L/4 c) 2L/3
d) L/3 e) 4L/3

09. ¿Cuál es el módulo del impulso que le transmite la Tierra a una pelota de 1 kg desde el instante que se le suelta del reposo desde una altura de 5 m, hasta que toca el piso? ($g = 10\ m/s^2$).

a) 20 N.s b) 15 N.s c) 10 N.s
d) 1 N.s e) 30 N.s

10.En la gráfica, hallar el módulo del impulso durante los diez primeros segundos.



a) 40 N.s b) 6 N.s c) 46 N.s
d) 34 N.s e) 28 N.s

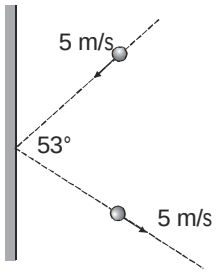
11. Una bola se mueve horizontalmente hacia una pared con una cantidad de movimiento con módulo de 0,2 kg.m/s; al chocar se invierte la dirección de su cantidad de movimiento. Calcular el tiempo de interacción de la bola con la pared, si el módulo de la fuerza media ejercida sobre la pared fue de 10 N.

a) 0,01 s b) 0,02 s c) 0,03 s
d) 0,04 s e) 0,05 s

12. Una pelota de tenis de 50 g se mueve horizontalmente hacia una raqueta con una rapidez de 10 m/s. Después del golpe, la pelota sale disparada verticalmente hacia arriba con una rapidez de 5 m/s. Calcular el valor de la fuerza media que la pelota ejerció sobre la raqueta, si la interacción entre ellas duró 1 ms.

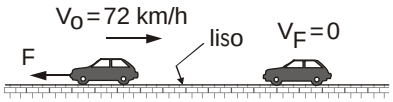
a) 250 N b) 500 N c) $250\sqrt{5}$ N
d) 750 N e) 550 N

13. Calcula el módulo de la fuerza media que recibe una pelota de 0,2 kg al chocar con una pared vertical, si el tiempo de contacto es de 0,1 seg.



a) $\sqrt{5}$ N b) $8\sqrt{5}$ N c) $6\sqrt{5}$ N
d) $4\sqrt{5}$ N e) $10\sqrt{5}$ N

14. Durante qué tiempo debe actuar una fuerza constante de módulo F = 80 N sobre un cuerpo de 12 kg a fin de detenerlo?, considerando que la rapidez inicial era de 72 km/h.

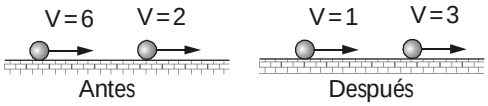


a) 1 s b) 2 s c) 8 s
d) 5 s e) 3 s

15. Una pelota de beisbol tiene una masa de 150 g; se lanza esta pelota llegando al bate con una velocidad con módulo de 24 m/s y después de haber sido bateada, su velocidad, con módulo de 36 m/s, tiene dirección opuesta. Hallar el módulo de la fuerza media del golpe, si la pelota permanece en contacto con el bate 2 milisegundos.

a) 3 kN b) 4 kN c) 3,5 kN
d) 4,5 kN e) 5 kN

16. Se muestran las rapideces en m/s de los cuerpos antes y después del choque. Hallar el coeficiente de restitución.



a) 0,2 b) 0,4 c) 0,5
d) 0,8 e) 1

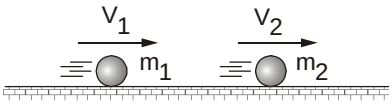
17. Dos esferas idénticas que viajan con velocidades de $\vec{V}_1 = 40\,\vec{i}$ m/s y $\vec{V}_2 = -30\,\vec{i}$ m/s impactan inelásticamente, siendo e = 0,6. Hallar la velocidad de la primera esfera después del choque.

a) $16\,\vec{i}$ m/s b) $-16\,\vec{i}$ c) $36\,\vec{i}$
d) $-36\,\vec{i}$ e) $20\,\vec{i}$

18. Una esfera de masa "m" con cierta velocidad choca elásticamente con otra esfera en reposo. Si después del choque, las esferas se mueven en direcciones opuestas con la misma rapidez. ¿Cuál es la masa de la segunda esfera?

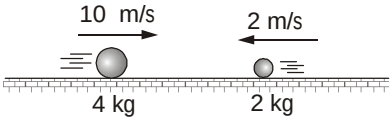
a) m b) 0,5 m c) 4 m
d) 2 m e) 3 m

19. Una bola de billar de masa $m_1 = 0{,}3$ kg avanza con rapidez V_1 alcanza y choca elásticamente con otra bola de masa $m_2 = 0{,}5$ kg y $V_2 = 10$ m/s. Si luego del choque la primera bola queda en reposo, entonces V_1 tendrá un valor de:



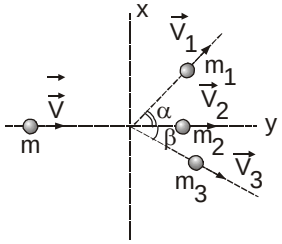
a) 10 m/s b) 20 m/s c) 30 m/s
d) 40 m/s e) 50 m/s

20. Dos partículas de 4 kg y 2 kg, respectivamente se desplazan sobre una superficie sin rozamiento en sentidos contrarios con rapideces de 10 m/s y 2 m/s, respectivamente; se produce una colisión totalmente inelástica. ¿Cuál es la rapidez del conjunto luego de la colisión?



a) 7,3 m/s b) 6 m/s c) 5 m/s
d) 8 m/s e) 4,2 m/s

21. La figura muestra una partícula de masa "m" que se mueve a velocidad constante "$\vec{V}$" sobre el eje "x", en cierto instante explosiona originando tres partículas de masas m_1, m_2 y m_3, cuyas velocidades son $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$ y $\vec{V}_3$.
¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?



I. $m\vec{V} = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 + m_3\vec{V}_3$

II. $m_1V_1Sen\alpha = m_3V_3Sen\beta$

III. Si $\alpha = \beta \Rightarrow V_1 = V_3$

a) I b) I y II c) I y III
d) III e) Todas

22. La cantidad de movimiento de un sistema de cuerpos, se conserva si:
I. La resultante de fuerzas internas al sistema es nula.
II. La fuerza externa resultante es nula.
III. Sólo actúan fuerzas internas sobre los cuerpos del sistema.

a) Sólo en I b) Sólo en II c) I, II o III
d) I o III e) II o III

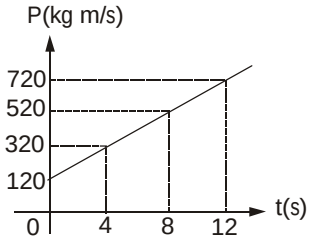
23. Una persona se cae del árbol de donde estaba cogiendo fruta.
Cuando choca con el suelo, la fuerza ejercida por éste sobre su cuerpo.
I. Es igual a su peso en módulo.
II. No depende más que de la altura de la caída.
III. Depende de la duración del choque.

a) Sólo I es cierto b) Sólo III es cierto
c) Sólo II es cierto d) II y III son ciertas
e) Todas son falsas

24. Considere una partícula que está en movimiento circular uniforme. Indicar verdadero (V) o falso (F):
I. Su energía cinética permanece constante durante su movimiento.
II. Su cantidad de movimiento es constante mientras dura el movimiento.
III. El impulso aplicado sobre la partícula es nulo.

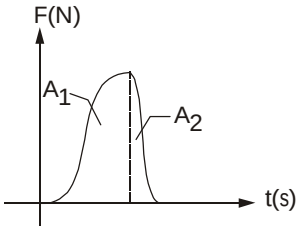
a) VVV b) VFV c) FFV
d) FVV e) VFF

25. Una partícula se mueve a lo largo del eje X, y su cantidad de movimiento varía con el tiempo en la forma indicada en la gráfica. Halle el módulo y dirección de la fuerza resultante que actúa sobre la partícula.



a) 200 N en dirección -X.
b) 100 N en dirección +X.
c) 200 N en dirección +X.
d) 50 N en dirección +X.
e) 50 N en dirección -X.

26. Un cuerpo choca contra una superficie fija y la fuerza de contacto entre ellos varia en el tiempo de acuerdo con la siguiente gráfica. Halle el coeficiente de restitución entre el cuerpo y la pared, si: $4A_1 = 5A_2$.



a) 0,4 b) 0,5 c) 0,6
d) 0,7 e) 0,8

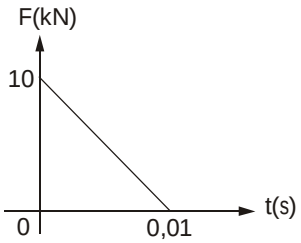
27. Se suelta una esfera desde una altura de 64 m sobre un plano horizontal. Si el coeficiente de restitución es 0,25. Determine hasta qué altura podrá elevarse después del choque.

a) 1 m b) 2 m c) 3 m
d) 4 m e) 5 m

28. Sobre una mesa lisa se lanza una esfera de masa "m_1", la cual colisiona frontal y elásticamente con otra esfera de masa "m_2" inicialmente en reposo. Si después del choque ambas esferas se mueven con la misma rapidez, pero en direcciones opuestas, hallar la relación (m_2/m_1).

a) 1 b) 2,5 c) 1/2
d) 1/3 e) 3

29. Un bloque de 2 kg de masa está inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal lisa y se le aplica una fuerza horizontal que varía con el tiempo en la forma indicada. Determine la rapidez que adquiere el bloque una vez que la fuerza deje de actuar.



a) 10 m/s b) 15 m/s c) 20 m/s
d) 25 m/s e) 50 m/s

30. Una esfera de 4 kg de masa es soltada desde una altura de 20 m y cae sobre una superficie horizontal, elevándose luego hasta 5 m. Determine el módulo de la fuerza media que le comunica la esfera a la superficie si el impacto dura un décimo de segundo. $(g = 10 m/s^2)$.

a) 1200 N b) 1240 N c) 1160 N
d) 2480 N e) 2400 N

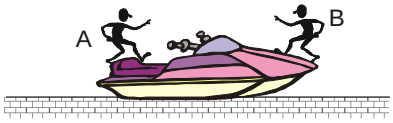
31. Una esferita de madera de masa 0,03 kg ingresa verticalmente a un depósito muy profundo lleno de un líquido, con rapidez de 20 m/s si después de 0,3 s sale a la superficie. Calcular la magnitud del empuje que el líquido ejerció sobre la esferita. No considerar ningún tipo de rozamiento. $(g = 10 \quad m/s^2)$.

a) 3,6 N b) 5,1 N c) 4,3 N
d) 2,9 N e) 4,0 N

32. ¿Qué masa de combustible es necesario arrojar con velocidad de módulo 3V respecto al cohete de masa "M" para que la rapidez de éste aumente de V a 1,1V?

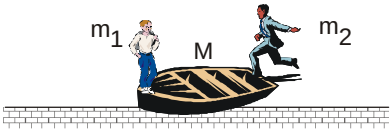
a) M/20 b) M/25 c) M/30
d) M/50 e) M/100

33. Sobre un bote de 10 kg en reposo y en agua tranquilas hay dos personas paradas en sus extremos. A es de 40 kg y B de 50 kg. Si A y B comienzan a caminar para encontrarse con velocidades con módulos de 2 m/s y 4 m/s, respectivamente, respecto al bote. Determinar el módulo de la velocidad del bote cuando A y B se encuentran. (No hay fricción entre el bloque y el agua).



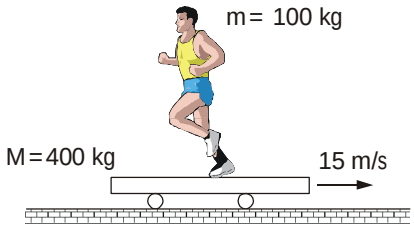
a) 2,8 m/s hacia hacia la izquierda.
b) 0,2 m/s hacia hacia la izquierda.
c) 1,2 m/s hacia hacia la derecha.
d) 1,2 m/s hacia hacia la izquierda.
e) 0,4 m/s hacia hacia la derecha.

34. En la figura, la balsa de 3 m de largo está en reposo. En sus extremos, están parados un niño y un adulto, si ambos empiezan a correr simultáneamente el uno al encuentro del otro, de tal modo que el niño tiene una rapidez igual a la tercera parte de la rapidez del adulto con respecto a la balsa. ¿Qué distancia recorre la balsa cuando el adulto llegue al extremo opuesto? $M = 2m_1 = m_2$, no hay fricción con el agua.



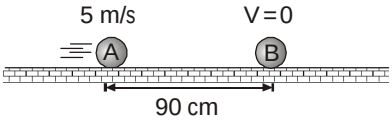
a) 5 m b) 4 m c) 3 m
d) 1 m e) 1,5 m

35. Un móvil de masa 400 kg y una persona se desplazan juntos con una rapidez de 15 m/s por una pista horizontal sin rozamiento. De pronto, la persona empieza a moverse con velocidad con módulo 5m/s respecto al móvil y dirección contraria a su movimiento. ¿Cuál será ahora el módulo de la velocidad de la persona respecto al piso?



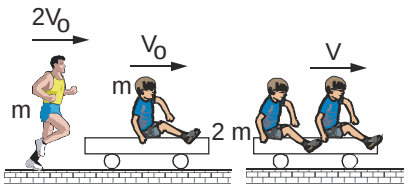
a) 10 m/s b) 11 m/s c) 15 m/s
d) 16 m/s e) 20 m/s

36. La figura muestra dos esferas sobre un piso áspero cuyo coeficiente de rozamiento cinético es $\mu_k = 0{,}5$. Si "A" parte hacia "B" con una rapidez de 5 m/s y choca con "B" después de recorrer 90 cm. Determinar la rapidez de "B" después del choque si éste es perfectamente elástico. ($g=10\ m/s^2$ y $m_A = m_B$)



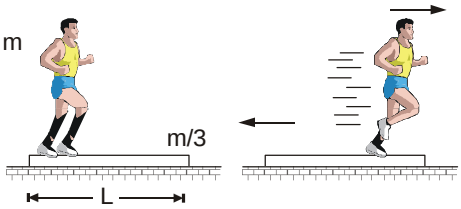
a) 0 m/s b) 5 m/s c) 4 m/s
d) 2 m/s e) 6 m/s

37. Un niño se mueve en un vehículo sobre una superficie horizontal con una rapidez "V_o". La masa del niño es "m" y la del vehículo "2m". Otro niño de masa "m" que corre hacia el primero con rapidez "$2V_o$" lo alcanza y se sienta sobre el vehículo, como se indica. ¿Cuál es la velocidad final del vehículo?



a) $V_o/4$ b) $5V_o/3$ c) $3V_o/5$
d) $2V_o/4$ e) $5V_o/4$

38. Una persona de masa "m" está en reposo en el extremo de una tabla de masa "m/3" y longitud "L". Si caminaba hasta el otro extremo, ¿qué distancia retrocede la tabla q sobre el terreno horizontal liso?



a) L/4 b) 4L/3 c) 3L/4
d) L/3 e) L/2

39. ¿Cuál de las siguientes proposiciones es falsa?

a) En un choque completamente inelástico, el módulo de la velocidad relativa entre los cuerpos, después del impacto, es menor que el módulo de la velocidad relativa antes de dicho impacto.
b) Si el coeficiente de restitución entre dos partículas es igual a la unidad, entonces la energía cinética total de las partículas antes y después del choque es la misma.
c) Cuando los dos cuerpos permanecen unidos después de la colisión, el coeficiente de restitución es cero.
d) El coeficiente de restitución cumple la siguiente condición en un choque de dos cuerpos: $0 \le e \le 1$.
e) Si el coeficiente de restitución es cero, entonces la energía cinética del conjunto después del choque es cero.

40. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. Si en un choque elástico el coeficiente de restitución es e=1; entonces cada móvil tiene la misma velocidad antes y después del choque.
II. Si dos cuerpos tienen la misma cantidad de movimiento entonces al chocar tendrán un choque perfectamente elástico.
III. El coeficiente de restitución depende de los valores de las velocidades de los móviles antes y después del choque.

a) FVV b) VFF c) FFF
d) VVF e) FFV

41. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. En un choque perfectamente inelástico, los cuerpos carecen de movimiento luego del choque.
II. En un choque donde e=1, los móviles se mueven en direcciones contrarias con la misma rapidez luego del choque.
III. En un choque con e=0, un cuerpo puede detenerse y el otro moverse en dirección contraria con la nueva rapidez después del choque.

a) FFV b) FFF c) FVF
d) VVV e) VFF

42. Cuando una pelota cae a tierra y se queda sobre ésta después de cierto tiempo de haber rebotado, se cumple que:

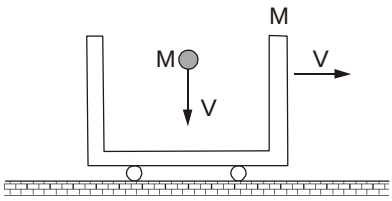
a) La cantidad de movimiento de la pelota se conserva.
b) La energía mecánica de la pelota se conserva.
c) La cantidad de movimiento y la energía mecánica de la pelota se conservan.
d) La cantidad de movimiento del sistema pelota-tierra se conserva.
e) La energía mecánica del sistema pelota-tierra se conserva.

43. Señale las proposiciones incorrectas:

I. En todo choque elástico, se conserva la energía cinética del sistema.
II. En todo choque, la energía mecánica se conserva.
III. En un choque cada cuerpo que colisiona, conserva su cantidad de movimiento.

a) I y II b) Sólo I C) Sólo II
d) II y III e) Todas

44. En el sistema mostrado, si las velocidades dadas son para el instante del choque; entonces, luego del impacto, podemos afirmar correctamente:

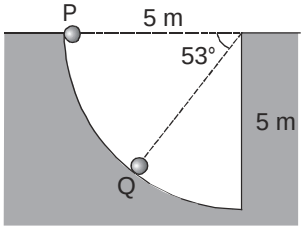


Las velocidades dadas son para el instante del choque.

I. Si el choque es plástico, el sistema no pierde energía porque sus velocidades antes del impacto son perpendiculares.
II. Si el coeficiente de restitución es e = 0, se conserva la cantidad de movimiento en la dirección vertical.
III. Si e = 0, la energía cinética perdida por el sistema es $3\ mv^2/4$.

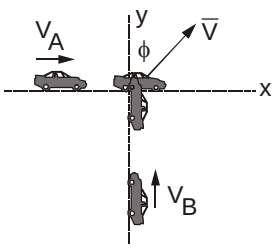
a) Sólo I b) I y II c) I, II y III
d) II y III e) Sólo III

45. Una esferita se abandona en "P". Si después del choque con la pared la esferita llega sólo hasta "Q". ¿Cuánto vale el coeficiente de restitución entre la esferita y la pared? Las superficies son lisas.



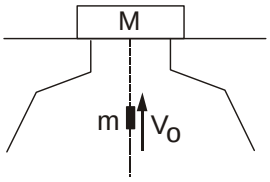
a) $\sqrt{5}/2$ b) $\sqrt{5}/5$ c) $\sqrt{5}/6$
d) 5/3 e) $\sqrt{5}/7$

46. Dos coches A y B de igual masa chocan en ángulo recto en la intersección de dos carreteras heladas ($\mu = 0$). Los coches quedan empotrados el uno en el otro y siguen juntos en la dirección indicada por "$\overline{V}$". Si $V_A = 60$ km/h y $\phi = 30°$. Calcular: V_B.



a) $40\sqrt{3}$ km/h b) 40 km/h
c) 60 km/h d) $60\sqrt{2}$ km/h
e) $60\sqrt{3}$ km/h

47. En el gráfico se muestra una bala de masa "m" que impacta en el bloque de masa "M" con una velocidad de módulo V_o. ¿Qué altura alcanzará el conjunto si dicha bala queda incrustada en el bloque?
g: módulo de la aceleración de la gravedad.



a) $(V_o^2/2g)[m/(m+M)]^2$
b) $(V_o/2g)[m/(m+M)]$
c) $(V_o^2/2g)[(m+M)/m]$
d) $(V_o^2/2g)[(m+M)/m]^2$
e) $V_o^2/2g$

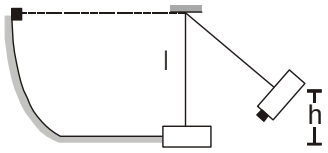
48. Un bloquecito de masa "m" se desliza (partiendo del reposo) por un tobogán completamente liso que termina horizontalmente, de manera que el bloquecito impacta sobre un péndulo de masa M, al que queda adherido, elevándose los dos hasta una altura máxima "h". Determina "h" teniendo en cuenta:

1. Que la cantidad de movimiento (o momentum) del bloquecito justo antes del impacto es igual al momentum de la masa total del péndulo justo

después del impacto.

2. Que la energía cinética del péndulo se transforma en energía potencial.

Entonces "h" estará dado por:



a) l b) (m / M)l

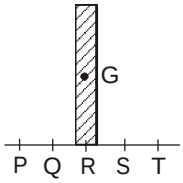
c) (M / m)l d) $(m^2 / M^2)l$

e) $(m^2 /(m+M)^2)l$

49. Una bala de 20 g atraviesa con trayectoria rectilínea un bloque de madera de 10 cm de espesor. Si la masa ingresa con 10 m/s y sale con 6 m/s, ¿Qué magnitud tiene la fuerza que ejerció la madera sobre la bala en su recorrido? Despreciar las pérdidas por calentamiento.

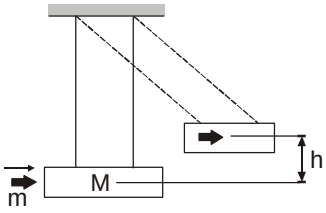
a) 64 N b) 6,4 N c) 0,64 N
d) 640 N e) 6400 N

50. Un cuerpo, según la figura, reposa sobre una superficie perfectamente lisa y horizontal. Su centro de gravedad está en G, como indica la figura. Si el cuerpo se inclina ligeramente, cae al piso. ¿Dónde quedará su centro de gravedad G?



a) En P.
b) Dependiendo de hacia qué lado se haya producido el impulso en Q o S.
c) En T.
d) En R.
e) Muy lejos de dichos puntos, pues no hay fricción.

51. Una bala de masa "m" se dispara contra un bloque de masa M como se muestra en la figura. Después de la colisión, el centro de masa del conjunto (m + M) se desplaza hasta una altura "h". Encuentre la rapidez con que impacta la bala en función de m, M y H.



a) $(\frac{m+M}{m})\sqrt{2gh}$ b) $\sqrt{2gh(\frac{m+M}{m})}$

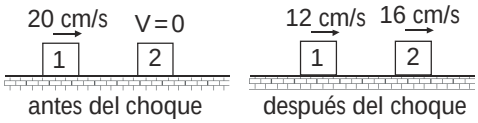
c) $\sqrt{\frac{2Mmg}{m}h}$ d) $(\frac{m+M}{m})\sqrt{gh}$

e) $\frac{M}{m}\sqrt{2gHh}$

52. Dos masas "m" y "2m" se desplazan con movimiento uniforme sobre una misma recta, colisionando elásticamente. Si para la masa "2m" la velocidad final es el doble de la inicial, la relación entre los módulos |velocidad final|/|velocidad inicial|, para la masa "m", en valor absoluto, es:

a) 1/5 b) 1/2 c) 1
d) 2 e) 4

53. La figura muestra la colisión de los bloques 1 y 2.



Entonces el coeficiente de restitución entre los bloque es:

a) 0,1 b) 0,2 c) 0,3
d) 0,4 e) 0,5

54. Una partícula de masa "m" es lanzada verticalmente hacia abajo desde una altura "h" con una velocidad inicial 0, de módulo "v". Si colisiona elásticamente con una mesa de altura c < h puesta sobre el piso, ¿Cuál es el módulo de su velocidad, justo después de que rebota?

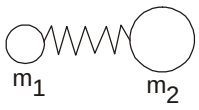
a) vc/h b) v c) $\sqrt{2g(h-c)}$

d) $\sqrt{2ghc}+v$ e) $\sqrt{2g(h-c)+v^2}$

55. Dos masas idénticas chocan elástica y frontalmente sobre una mesa lisa, teniendo inicialmente una de ellas una velocidad con módulo de 1,2 m/s y estando la otra en reposo. Los módulos de las velocidades, en m/s, de las masas después del choque serán:

a) 1,2 y 1,2 b) 12 y 1,2 c) 0 y 1,2
d) 0,12 y 0,12 e) 0 y 12

56. Se muestra un resorte (de constante elástica k), comprimido y, con 2 esferas de masas m_1 y m_2 en contacto con él en sus extremos. Cuando se suelta m_1, manteniendo fija la posición de m_2, en el instante en que deja de estar en contacto con el resorte, sus velocidades sean:



a) $v_1 = v_o\sqrt{\frac{m_2}{m_1+m_2}}$,

$v_2 = v_o\sqrt{\frac{m_1^2}{(m_1+m_2)m_2}}$

b) $v_1 = x\sqrt{\frac{km_1}{m_1+m_2}}$

$v_2 = x\sqrt{\frac{km_1^2}{(m_1+m_2)m_2}}$

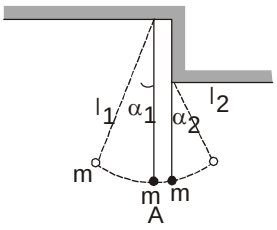
c) $v_1 = \sqrt{\frac{kx^2}{m_1}}$, $v_2 = \sqrt{\frac{kx^2}{m_2^2}}$

d) $v_1 = v_o\sqrt{\frac{m_1+m_2}{m_2}}$,

$v_2 = v_o\sqrt{\frac{(m_1+m_2)m_2}{m_1^2}}$

e) Faltan datos

57. Dos bolitas penden de 2 hilos de tal modo que se hallan a la misma altura y están en contacto en el punto A. Las longitudes de las cuerdas son $l_1 = 10cm$ y $l_2 = 6cm$. Las masas de las bolitas son iguales. La bolita que pende de la cuerda de longitud l_1 se desvía un ángulo $\alpha_1 = 60°$ y se suelta.
Hallar la elongación máxima angular α_2, luego del choque elástico.
(Ver figura).



a) $Cos^{-1}(1/4)$ b) $Cos^{-1}(1/5)$
c) $Cos^{-1}(1/6)$ d) $Cos^{-1}(1/7)$
e) $Cos^{-1}(1/8)$

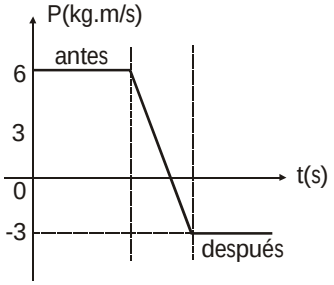
58. Una partícula de masa $4{,}65.10^{-26}$ kg moviéndose con una velocidad con módulo de 600 m/s en dirección perpendicular a una pared lisa, choca con ésta y rebota elásticamente. Calcular, aproximadamente, el módulo del impulso en N.s que recibe la pared durante el choque.

a) $0{,}2.10^{-22}$ b) 3.10^{-23}
c) $5{,}6.10^{-23}$ d) 2.10^{-22}
e) 2.10^{-23}

59. Un policía de masa m = 80 kg se encuentra en reposo sobre patines en una pista de hielo y empieza a disparar su metralleta horizontalmente. Dispara 20 tiros. La masa de cada bala es de 0,05 kg y su rapidez al salir del arma 200 m/s. ¿Cuál es la rapidez, en m/s, que adquiere el policía, suponiendo que todos los disparos salen en la misma dirección?

a) 2,5 b) 5,0 c) 10,0
d) 20,0 e) 40,0

60. Una bola de 300 g de masa colisiona frontalmente con un tablón. El valor de su cantidad de movimiento (P) antes, durante y después de la colisiones es representada en el gráfico adjunto.
¿Cuál es la pérdida de energía cinética de la bola, en Joules, debido a la colisión?



a) 31,0 b) 45,0 c) 40,0
d) 51,0 e) 36,0

Claves

01.	c
02.	b
03.	c
04.	e
05.	b
06.	d
07.	c
08.	b
09.	c
10.	d
11.	d
12.	c
13.	b
14.	e
15.	d
16.	c
17.	b
18.	e
19.	e
20.	b
21.	b
22.	e
23.	b
24.	e
25.	d
26.	e
27.	d
28.	e
29.	d
30.	b

31.	c
32.	c
33.	c
34.	d
35.	b
36.	c
37.	e
38.	c
39.	e
40.	c
41.	b
42.	d
43.	d
44.	e
45.	b
46.	e
47.	a
48.	e
49.	b
50.	d
51.	a
52.	a
53.	b
54.	e
55.	c
56.	a
57.	c
58.	c
59.	a
60.	b

Capítulo

13 ESTÁTICA DE FLUIDOS

PRESIÓN Y DENSIDAD

◆ *PRESIÓN*

Se da el nombre de presión, a la magnitud de la fuerza normal por superficie unitaria. La presión es una magnitud tensorial; no tiene propiedades direccionales. Por ejemplo, cuando nadamos bajo el agua, ésta presiona nuestro cuerpo desde todas direcciones.

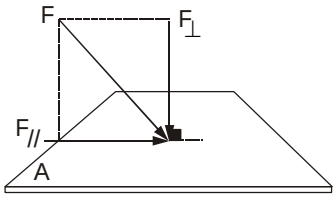
* La capacidad de un fluido para fluir, no le permite sostener una fuerza paralela a su superficie.
* En condiciones estáticas, el único componente de fuerza que es preciso considerar, es aquel que actúa normal o perpendicularmente sobre una superficie.
* A nivel microscópico, la presión ejercida por un fluido sobre una superficie en contacto con él, proviene de las colisiones de las moléculas de fluido contra la superficie.

Definimos la presión "p" en ese punto como la fuerza normal por unidad de área, es decir, la razón de $dF_{\perp}$ ***a dA:***

$$\boxed{p = \frac{dF_{\perp}}{dA}}$$ (definición de presión)

Si la presión es la misma en todos los puntos de una superficie plana finita de área A, donde es la fuerza normal neta sobre un lado de la superficie.

$$\boxed{p = \frac{F_{\perp}}{A}}$$



donde $F_{\perp}$ es la fuerza normal neta sobre un lado de la superficie.

UNIDAD DE PRESIÓN

En el SI esta unidad recibe el nombre de Pascal (cuya abreviatura es Pa; $1Pa = 1N/m^2$). Se emplean otras unidades.

* La presión estándar de la atmósfera sobre la Tierra en el nivel del mar es 1 atmosféra (atm; $1\ atm = 1{,}01325.10^5$ Pa exactamente).
* Por ser el Pascal una unidad pequeña ($1Pa \approx 10^{-5}$ atm), los pronosticadores del clima emplean a menudo el bar ($1\ bar = 10^5$ Pa, esto es, aproximadamente 1 atm) para expresar la presión atmosférica.

CUIDADO ▶ En el lenguaje diario, las palabras "presión" y "fuerza" significan casi lo mismo, pero en mecánica de fluidos describen cantidades distintas con características diferentes. La presión de fluidos actúa perpendicularmente a cualquier superficie en el fluido, sin importar su orientación. Por tanto, la presión no tiene una dirección intrínseca. En cambio, la fuerza es un vector con dirección definida. Recuerde que la presión es fuerza por unidad de área.

◆ *DENSIDAD*

Una propiedad importante de cualquier material es su densidad, es definida como su masa por unidad de volumen. Un material homogéneo, como el hielo o el hierro, tiene la misma densidad en todas sus partes. Usamos la letra griega ρ (ro) para la densidad. Si una masa "m" de material tiene un volumen "V" su densidad se determina:

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$

* La densidad de algunos materiales varía de un punto a otro dentro del material; ejemplos de ello son la atmósfera terrestre (que es menos densa a mayor altura) y los océanos (que son más densos a mayores profundidades). Para estos materiales, la ecuación describe la densidad media.
* En general, la densidad de un material depende de factores ambientales como la ***temperatura*** y la ***presión***.

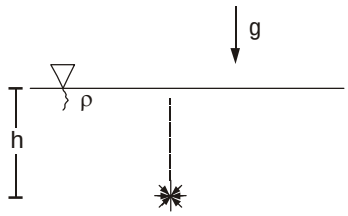
UNIDAD DE DENSIDAD La unidad de la densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico ($1 kg/m^3$). También se usa mucho la unidad en el cgs, gramo por centímetro cúbico ($1 g/cm^3$). El factor de conversión.

$$1 g/cm^3 = 1000 kg/m^3$$

* El material más denso que se encuentra en la Tierra es el metal osmio ($\rho = 22500 kg/m^3$)

PRESIÓN HIDROSTÁTICA P_h

La presión hidrostática en un punto en el interior de un líquido estacionario se puede decir que es provocado por el peso del fluido de altura "h" arriba de este punto.



$$P_h = \rho g h$$

* La presión hidrostática, si el líquido es homogéneo, aumenta con la profundidad.
* La presión hidrostática, en la superficie libre, es nula.

LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA P_a es la presión de la atmósfera terrestre, la presión en el fondo de este mar de aire en que vivimos. La presión atmosférica normal a nivel del mar (valor medio) es de 1 atmósfera (atm), con un valor equivalente 101 325 Pa. Con 4 cifras significativas.

$$(P_a)_{med} = 1 atm = 1{,}013.10^5 Pa$$
$$= 1{,}013 bar = 1013 milibar = 14{,}70 lb/in^2$$

ALGUNAS PRESIONES

Sistema	*Presión (Pa)*
Centro del Sol	2.10^{16}
Centro de la Tierra	4.10^{11}
Más alta presión obtenida en el laboratorio	$1{,}5.10^{10}$
Fosa marina más profunda (fondo del mar)	$1{,}1.10^8$
Tacones con clavos en una pista de baile	2.10^7
Llanta de automóvil (presión excesiva)	2.10^5
Presión atmosférica a nivel del mar	$1{,}0.10^5$
Presión arterial normal(a)	$1{,}6.10^4$
Sonido más fuerte tolerable(b)	30
Sonido más débil detectable(b)	3.10^{-5}
Mejor vacío de laboratorio	10^{-12}

(a) Hipertensión sistólica, correspondiente a 120 mm de Hg en el medidor de presión del médico.
(b) Presión excesiva en el tímpano, 1000 Hz

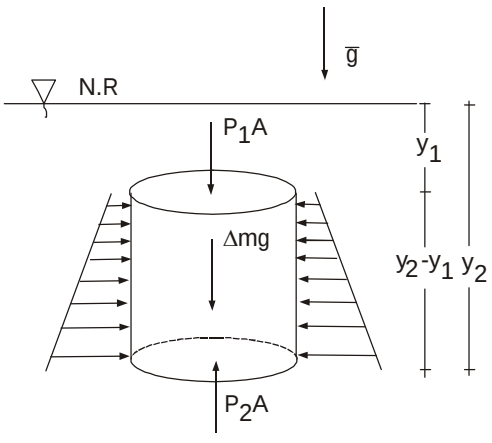
ALGUNAS DENSIDADES

Material u objeto	*Densidad (kg/m^3)*
Espacio interestelar	10^{-20}
Mejor vacío de laboratorio	10^{-17}
Aire: 20°C y 1 atm	1.21
20°C y 50 atm	60.5
Styrofoam (Espuma plástica)	1.10^2
Hielo	$0{,}917.10^3$
Agua: 20°C y 1 atm	$0{,}998.10^3$
20°C y 50 atm	$1{,}000.10^3$
Agua de mar: 20°C y 1 atm	$1{,}024.10^3$
Sangre entera	$1{,}060.10^3$
Hierro	$7{,}8.10^3$
Mercurio	$13{,}6.10^3$
La Tierra: promedio	$5{,}5.10^3$
centro	$9{,}5.10^3$
costra	$2{,}8.10^3$
El Sol: promedio	$1{,}4.10^3$
centro	$1{,}6.10^5$
Estrella enana blanca (centro)	10^{10}
Núcleo de uranio	3.10^{17}
Estrella de neutrones (centro)	10^{18}
Hoyo negro (1 masa molar)	10^{19}

PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA ESTÁTICA DE FLUIDOS

Si un fluido se halla en equilibrio, también lo estarán todas sus partes. Tomemos el caso de un elemento pequeño de un volumen de fluido sumergido dentro de él. Supongamos que el elemento tiene la forma de un cilindro delgado, y que se encuentra a una distancia y debajo del nivel de referencia, como se advierte en la figura. El grosor del cilindro es Δy , y las caras tienen una superficie A. La masa del elemento $A\Delta y$ es Δm, y su peso es mg. Las fuerzas que sobre él ejerce el fluido circundante son perpendiculares a su superficie en todos los puntos.

La fuerza horizontal resultante es cero, porque el elemento no tiene aceleración horizontal. Las fuerzas horizontales se deben a la presión del fluido, y por simetría la presión ha de ser igual en todos los puntos dentro de un plano horizontal en y. El elemento de fluido tampoco acelera en la dirección vertical, por lo cual la fuerza vertical resultante en él deberá ser cero. Un diagrama de cuerpo libre de él se muestra en la figura. Las fuerzas verticales se deben no sólo a la presión del fluido circundante en sus caras, sino también al peso del elemento.



Por lo tanto, en el equilibrio vertical:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$P_2 A = P_1 A + \Delta m g$$

$$P_2 A = P_1 A + \rho_A \Delta y g$$

Por lo tanto, suponiendo ρ y g constante obtenemos:

$$\boxed{P_2 - P_1 = \rho g (y_2 - y_1)}$$

en un líquido homogéneo

PRINCIPIO DE PASCAL

Cuando comprimimos un tubo de pasta dental, ésta sale por la parte superior del tubo. Esto demuestra la acción del Principio de Pascal. Cuando se aplica presión en alguna parte del tubo, se siente en todas sus partes e impulsa hacia fuera la pasta dental en la parte superior. He aquí la formulación de este principio, que fue propuesto por Blas Pascal en 1652:

La presión aplicada a un fluido encerrado se transmite en forma íntegra a todas las partes de él y a las paredes del recipiente.

LA PRENSA HIDRÁULICA

La presión sobre el líquido en el pistón más pequeño debida a la fuerza aplicada externamente, es $p_i = F_i/A_i$. Según el principio de Pascal, esta presión "de entrada" ha de ser igual a la "salida" $p_o = F_o/A_o$ que el fluido ejerce sobre el pistón más grande. Por tanto, $p_1 = p_o$ y también

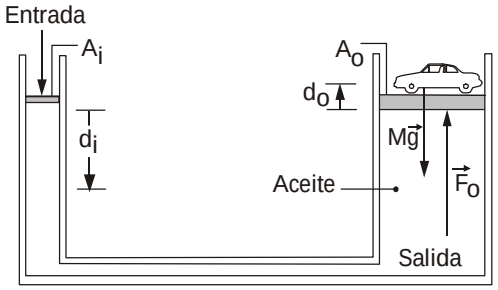
$$\boxed{\frac{F_i}{A_i} = \frac{F_o}{A_o}}$$

(Prescindiendo del peso del pistón)

El movimiento descendente del pistón más pequeño en una distancia d_i , desplaza un volumen de fluido $V = d_i A_i$. Si este último es incompresible, el volumen será igual al volumen desplazado por el movimiento ascendente del pistón más grande:

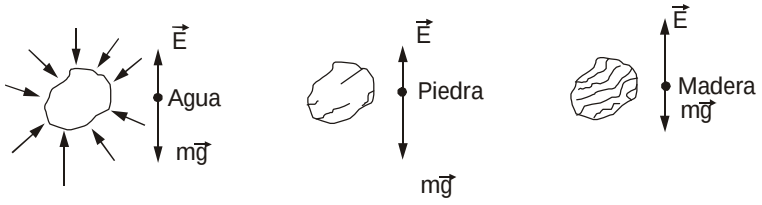
$$V = d_i A_i = d_o A_o$$

$$\boxed{d_o = d_i \frac{A_i}{A_o}}$$



PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido es impulsado hacia arriba por una fuerza de igual magnitud al peso del fluido desplazado por el cuerpo.



a) b) c)

* Figura a: Bolsa delgada de plástico llena de agua que se mantiene en equilibrio bajo ella. El agua que la rodea ejerce presión sobre la superficie, produciéndose así una fuerza resultante de flotación ascendente $\vec{E}$ que opera sobre la bolsa.
* Figura b: En una piedra del mismo volumen, la fuerza de flotación es igual, sólo que el peso la supera y, por tanto, la piedra no guarda equilibrio.
* Figura c: El peso es menor que la fuerza de flotación en un trozo de madera del mismo volumen.

Si el cuerpo sumergido estuviera colocado en una báscula de resorte en el fondo del agua, la báscula indicaría la fuerza ascendente del objeto que tiene la misma magnitud que mg-E, por tanto, los objetos sumergidos parecen pesar menos de lo que normalmente pesan.

Podemos considerar que la fuerza de flotación (empuje hidrostático) actúa en el centro de gravedad del fluido desplazado por la parte sumergida de un objeto flotante. A ese punto se le llama centro de flotación. El peso actúa en el centro de gravedad del objeto entero. En general, los dos puntos no son lo mismo.

MEDICIÓN DE LA PRESIÓN

La presión ejercida por un líquido puede medirse empleando métodos estáticos o dinámicos. Los métodos dinámicos se basan en la velocidad de flujo de un líquido en movimiento, y se explican en la dinámica de fluidos. En la presente sección, vamos a describir los métodos estáticos.

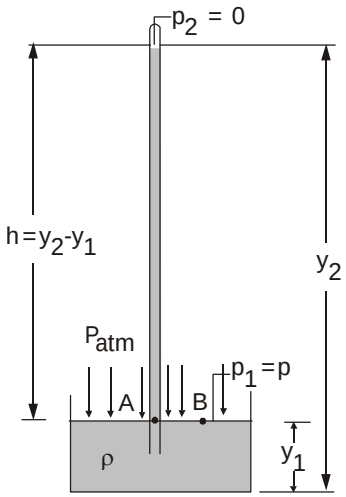
En general, los medidores se sirven de la presión atmosférica como nivel de referencia, y cuantifican la diferencia entre la presión real y la atmosférica, diferencia llamada ***presión manométrica***. La presión real en un punto de un fluido, recibe el nombre de presión absoluta, que es la suma de la presión atmosférica y de la presión manométrica. La presión manométrica se da por arriba o por debajo de la presión atmosférica, y por lo mismo puede ser positiva o negativa: la presión absoluta siempre es positiva.

◆ *EL BARÓMETRO DE MERCURIO*

Es un largo tubo de vidrio que se llena con mercurio, y luego se invierte e introduce en un plato de mercurio, como se ve en la figura. El espacio arriba de la columna de mercurio es en realidad un vacío que contiene sólo vapor de mercurio, cuya presión p_2 es tan pequeña, que puede ignorarse a temperaturas ordinarias. La presión p_1 en la superficie del plato de mercurio, es la presión desconocida "P" que deseamos medir. A partir de la ecuación, obtenemos

$$P_A = P_B$$

Al medir la altura de la columna sobre la superficie del plato, se obtiene la presión.



El barómetro de mercurio. El mercurio se encuentra en equilibrio bajo la influencia de la presión atmosférica y el peso del mismo en la columna vertical.

* A menudo el barómetro de mercurio se emplea para medir la presión atmosférica p_o. Conforme a la ecuación la altura de una columna de mercurio a la presión atmosférica normal (1 atm = $1{,}01325.10^5$ N/m^2) es:

$$h = \frac{p_o}{p_g} = \frac{1{,}01325.10^5\ Pa}{(13{,}5955.10^3\ kg/m^3)(9{,}80665\ m/s^2)} = 0{,}7600m = 760.0\,mm$$

donde hemos usado un valor estándar de "g" y la densidad del mercurio a 0°C.

* Por eso, con frecuencia se dice que 1 atm = 760 mm de Hg; en forma equivalente, 1 mm de Hg = 1/760 atm. Se da el nombre de torr, a la presión ejercida por una columna de mercurio de 1mm de altura (una vez más a 0°C y con "g" en su valor estándar). Por tanto: 1 torr = 1 mm de Hg = 133,322 Pa.

* Estos cálculos nos revelan por qué el mercurio con su gran densidad, se elige para medir la presión atmosférica; un líquido de menor densidad requeriría una columna proporcionalmente mayor. Para medir la presión atmosférica mediante un barómetro de "agua", se necesitaría una columna de más de ¡10 m de altura!

◆ ***El barómetro de mercurio*** fue inventado por el italiano Evangelista Torricelli (1608-1647), cuyo nombre lleva la unidad de presión torr. Pascal, que vivió en ese mismo siglo, fue el primero en utilizarlo para demostrar que la presión atmosférica varía con la altura. Sus experimentos tuvieron gran impacto, pues demostraron por primera vez la posibilidad de crear un vacío (en este caso, en el pequeño volumen de la parte superior del tubo vertical). Esta demostración condujo a la invención de la bomba al vacío en la segunda mitad del siglo XVII.

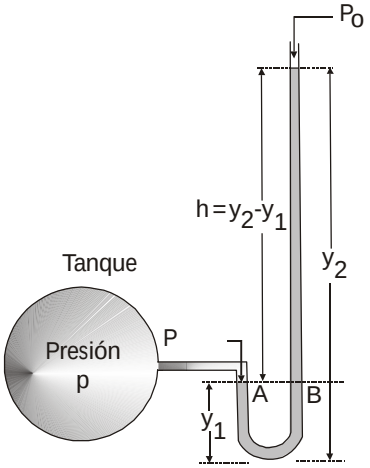
◆ ***El manómetro de tubo abierto*** mide la presión manométrica. Se compone de un tubo en forma de U que contiene un líquido; uno de sus extremos se abre a la atmósfera, y el otro está conectado al sistema (tanque) cuya presión "P" queremos medir. Con base en la ecuación.

$$P_A = P_B$$

$$P = g\rho h + P_o$$

$$P - P_o = \rho g h$$

Así pues, la presión manométrica "P - P_o", es proporcional a la diferencia de altura de las columnas líquidas en el tubo U. Si el recipiente contiene gas bajo gran presión, un líquido denso como el mercurio se usa en el tubo; el agua u otros líquidos de baja densidad pueden utilizarse cuando se trata de bajas presiones de gases.



Manómetro de tubo abierto, que podría servir para medir la presión de un fluido dentro de un tanque.

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Una piscina de 6m de profundidad está totalmente llena de agua. Hallar la presión hidrostática en un punto ubicado a 2m del fondo. ($g=10m/s^2$)

a) 10 KPa b) 20 KPa c) 40 KPa
d) 50 KPa e) 60 KPa

02. Hallar la presión que experimenta un punto situado a 20m de profundidad de una superficie de agua. ($g=10m/s^2$).

a) 100 KPa b) 50 KPa c) 90 KPa
d) 150 KPa e) 200 KPa

03. Qué presión experimenta un buzo situado a 80m de profundidad en agua de mar. ($\rho_{mar}=1{,}5\,g/cm^3$). ($g=10m/s^2$).

a) 1200 KPa b) 200 KPa c) 1500 KPa
d) 80 KPa e) 100 KPa

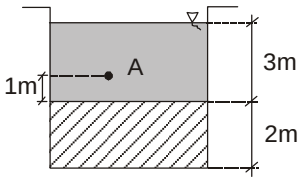
04. Del problema anterior, ¿cuál será la variación de presión; si el buzo asciende hasta 30m de su posición inicial?

a) 1200 KPa b) 750 KPa c) 450 KPa
d) 600 KPa e) 400 KPa

05. Hallar la presión hidrostática, en el fondo del recipiente, siendo:

$\rho_{aceite} = 800\ kg/m^3$

$\rho_{agua} = 1000\ kg/m^3$ ($g=10m/s^2$)



a) 10 KPa b) 20 KPa c) 24 KPa
d) 44 KPa e) 40 KPa

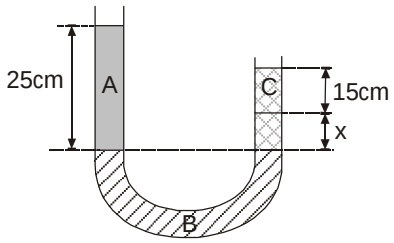
06. Del problema anterior, ¿cuál es la presión hidrostática existente en el punto "A"?

a) 20 KPa b) 24 KPa c) 80 KPa
d) 16 KPa e) 15 KPa

07. Si el sistema está en equilibrio, hallar "x"

$\rho_A = 5000\,kg/m^3$; $\rho_B = 16000\,kg/m^3$;

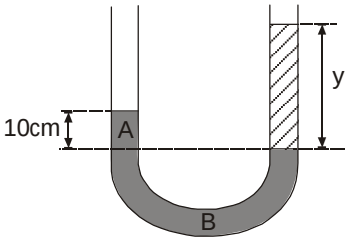
$\rho_C = 3000\,kg/m^3$.



a) 5 cm b) 8 cm c) 10 cm
d) 16 cm e) 20 cm

08. Si el sistema se halla en equilibrio, hallar el valor de "y".

$\rho_B = 200\,kg/m^3$; $\rho_A = 4000\,kg/m^3$



a) 40 cm b) 30 cm c) 20 cm
d) 50 cm e) 80 cm

09. En una prensa hidráulica, los diámetros de los pistones son como 2:3; luego, las fuerzas que se equilibran sobre los pistones son como:

a) 4:9 b) 3:2 c) 8:9
d) 4:3 e) 1:1

10. Del problema anterior, si la fuerza sobre el pistón pequeño es 4N, ¿Cuál será la fuerza sobre el otro pistón?

a) 3 N b) 1 N c) 4 N
d) 8 N e) 9 N

11. Un cuerpo de 10 m^3 y 500 kg/m^3, se halla flotando en agua, ¿qué empuje experimenta? ($g=10m/s^2$).

a) 5 KN b) 50 KN c) 500 KN
d) 100 KN e) 10 KN

12. Del problema anterior, ¿cuál será el volumen sumergido?

a) 2 m^3 b) 2,5 m^3 c) 1,5 m^3
d) 5 m^3 e) 7,5 m^3

13. Una esfera de 30 KN se encuentra flotando en agua sumergida hasta la mitad, determinar el volumen de la esfera.
($g = 10 m/s^2$).

a) 8 m^3 b) 12 m^3 c) 6 m^3
d) 7 m^3 e) 10 m^3

14. Un tronco de 10 KN flota en agua de mar, sumergido 40%, determinar el volumen del tronco, ($g = 10 m/s^2$)

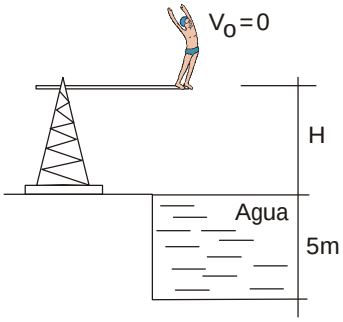
$\rho_{mar} = 2000\,kg/m^3$

a) 1,5 m^3 b) 1,25 m^3 c) 2,5 m^3
d) 3,25 m^3 e) 2 m^3

15. Una montaña de hielo de 900 m^3 de volumen flota en el agua. Determinar la relación entre el volumen sumergido, respecto el volumen emergido, si la densidad del hielo es 900 kg/m^3.

a) 8 b) 7 c) 6
d) 10 e) 9

16. Un trapecista cuya densidad es de $0,8 g/cm^3$ se deja caer un trampolín de altura "H" sobre una piscina de 5m de profundidad llena de agua. Calcular el máximo valor de "H", para que el trapecista no se estrelle en el fondo de la piscina.

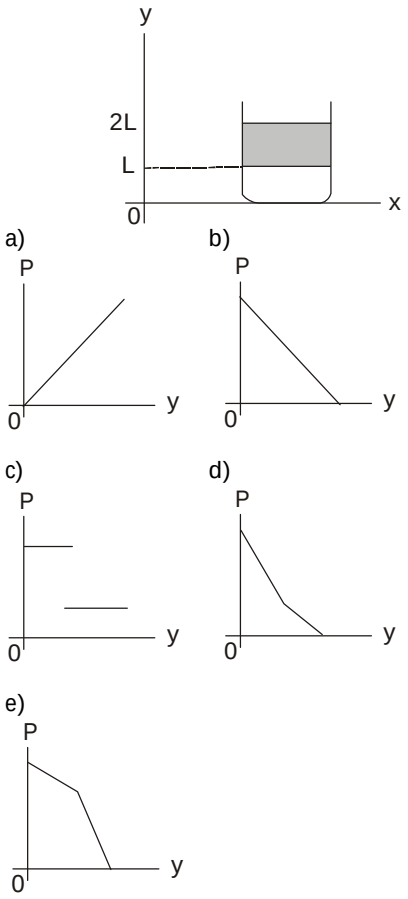


a) 0,75 m b) 1,25 m c) 2,35 m
d) 4,75 m e) 5,00 m

17. De las siguientes afirmaciones, señalar las incorrectas:
I. La presión hidrostática en todos los puntos de un líquido es la misma por el principio de Pascal.
II. Dada una cierta cantidad de líquido, la presión hidrostática en la base del recipiente no depende de la forma que éste tenga.
III. La presión hidrostática no depende del material del recipiente ni del líquido empleado.

a) Sólo I b) II c) I y II
d) I y III e) Todas

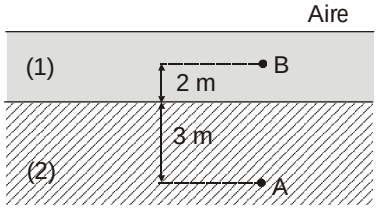
18. Dos líquidos que no se mezclan están en equilibrio en un recipiente como se muestra. ¿Cuál gráfica ilustra mejor la presión hidrostática como función de la altura "y"?



19. Un recipiente que contiene $600 m^3$ de agua tiene forma de un paralelepípedo rectangular. Si el área de la base es $75 m^2$, determinar la presión hidrostática en el fondo. $g = 10 m/s^2$.

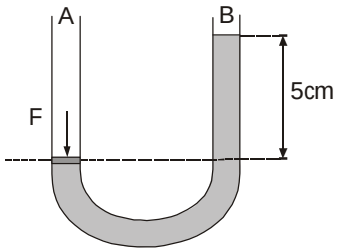
a) 7 kPa b) 80 kPa c) 90 kPa
d) 10 kPa e) 5 kPa

20. En el sistema mostrado, determinar la diferencia de presiones entre los puntos A y B de los líquidos (1) y (2) en equilibrio: $\rho_1 = 1500\,kg/m^3$; $\rho_2 = 1800\,kg/m^3$; $g = 10 m/s^2$.



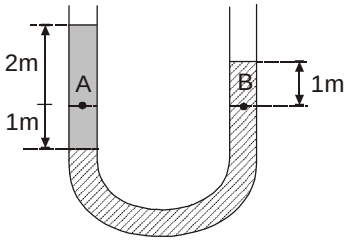
a) 42 kPa b) 21 kPa c) 54 kPa
d) 63kPa e) 84 kPa

21. Hallar la fuerza F máxima que puede aplicarse al émbolo de área $0,02 m^2$ y peso despreciable tal que el líquido de densidad 1500 kg/m^3 no salga del extremo B. ($g = 10 m/s^2$ y el tubo tiene sección recta constante).



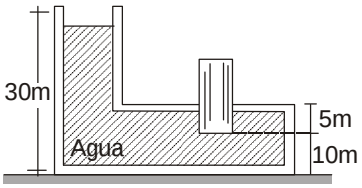
a) 7 N b) 6 N c) 15 N
d) 4 N e) 3 N

22. Dos líquidos no miscibles están en el tubo "U" que se muestra. Determinar la relación entre las presiones hidrostáticas en los puntos A y B.



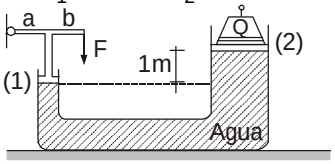
a) 1/3 b) 2/3 c) 1
d) 4/3 e) 3/2

23. En el sistema mostrado, determinar el peso del cilindro, cuya sección tiene un área de 0,1 m^2. La fuerza de rozamiento sobre el cilindro es nula. $g=10m/s^2$.



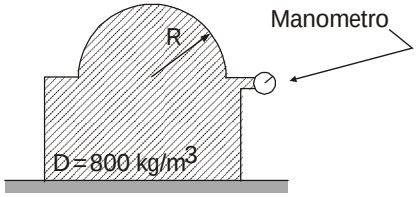
a) 5 kN b) 25 kN c) 20 kN
d) 35 kN e) 30 kN

24. En la prensa hidráulica mostrada. Determinar la magnitud de la fuerza "F" aplicada a la palanca carente de peso. Los émbolos (1) y (2) son ingrávidos, b=3a. Q=30 kN, $A_1=0,1\ m^2$; $A_2=1,0\ m^2$; $g=10m/s^2$.



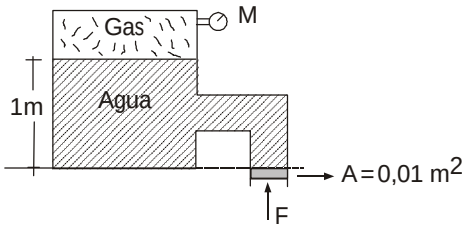
a) 2 kN b) 1 kN c) 0,5 kN
d) 10 kN e) 4 kN

25. Determinar la fuerza vertical que actúa sobre la bóveda semiesférica de radio R=1,5 m mostrada en la figura, si el manómetro indica 12 kPa. $g=10m/s^2$



a) 4π kN b) 5π kN c) 9π kN
d) 10π kN e) 15π kN

26. Determine la lectura del manómetro "M", si se está ejerciendo una fuerza F=210N sobre el émbolo ingrávido el cual permanece en reposo. $g=10m/s^2$.

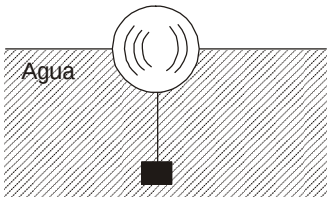


a) 11 kPa b) 10 kPa c) 1 kPa
d) 2 kPa e) 9 kPa

27. ¿Qué volumen mínimo de material, de densidad igual a 800 kg/m^3 es necesario para mantener, enteramente, sobre la superficie del agua a un hombre de 80 kg?

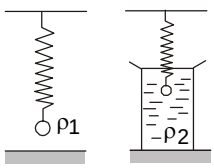
a) 0,4 m^3 b) 4 m^3 c) 0,3 m^3
d) 0,4 cm^3 e) 0,3 m^3

28. Un cubo de 2m de arista cuyo peso es 90kN flota tal como se muestra en la figura. La esfera tiene la mitad de su volumen en el agua y su peso es 30 kN. ¿Cuál es su volumen? $g=10m/s^2$.



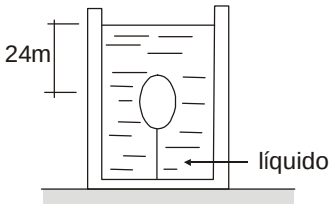
a) 8 m^3 b) 10 m^3 c) 4 m^3
d) 15 m^3 e) 9 m^3

29. Para medir la densidad ρ_1 de un sólido homogéneo, se procede como sigue: se miden los estiramientos x_1 y x_2 que produce el sólido en un resorte al ser suspendido en un extremo del mismo, fuera y dentro de un líquido de densidad ρ_2. Si se observa que $x_2=(1/3)x_1$, entonces:



a) $\rho_2/\rho_1=3/2$ b) $\rho_2/\rho_1=2/3$
c) $\rho_2/\rho_1=1/3$ d) $\rho_2/\rho_1=3$
e) $\rho_2/\rho_1=1/2$

30. Un pequeño cuerpo cuya densidad es 2000kg/m^3 se encuentra sumergido en un líquido cuya densidad es 2600 kg/m^3, atado a una cuerda en el fondo del recipiente. ¿Qué tiempo empleará en llegar a la superficie cuando se haya roto la cuerda? g=10m/s^2; despreciar rozamientos.

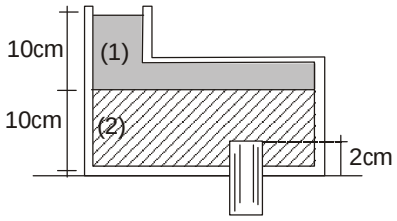


a) 3 s b) 4 s c) 5 s
d) 6 s e) 7 s

31. Un hombre en la superficie terrestre y en el aire puede levantar una piedra de peso máximo "W" y densidad "d". ¿Cuál es el peso máximo de la piedra de igual densidad que la primera que puede levantar el mismo hombre, completamente sumergido en un líquido de densidad "D"?

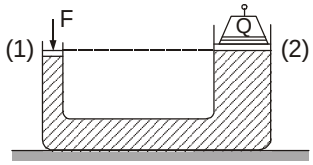
a) $\frac{dW}{d+D}$ b) $\frac{dW}{d-D}$ c) $\frac{DW}{d-D}$
d) $\frac{DW}{d+D}$ e) $\frac{(d+D)W}{d}$

32. El recipiente con un agujero en la base está taponado por un cuerpo cilíndrico de masa 200 g y área de la base 15 cm^2. Hallar la fuerza que ejerce el recipiente alrededor del cilindro, si éste permanece fijo. Se sabe que: $\rho_1 = 1{,}5\,g/cm^3$; $\rho_2 = 2\,g/cm^3$.
g=10m/s^2.



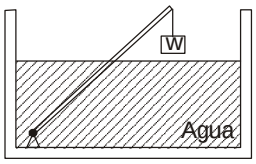
a) 13,3 N b) 6,65 N c) 1 N
d) 2 N e) 5,12 N

33. En la prensa hidráulica mostrada. Determinar la magnitud de la fuerza "F" aplicada al émbolo (1), para mantener en equilibrio el bloque "Q" de peso 60 kN. Los émbolos (1) y (2) son ingrávidos. A_1=0,3m^2 y A_2=3m^2.



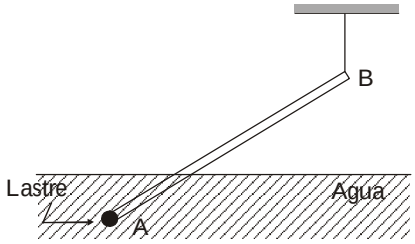
a) 6 kN b) 12 kN c) 18 kN
d) 2 kN e) N.A.

34. Una barra uniforme de 20 kg y 10m de longitud, cuya densidad relativa es 0,5 puede girar alrededor de un eje que pasa por uno de sus extremos situado debajo del agua (ver figura). ¿Qué peso "W" debe colocarse al otro extremo de la barra para que queden sumergidos 8m de ésta?



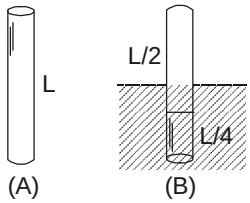
a) 313,6 N b) 588 N c) 2744 N
d) 117,6 N e) 27,44 N

35. Una barra uniforme de 3,6 m de longitud y de masa 12kg está sujeta en el extremo "B" por una cuerda flexible y lastrada en el extremo "A" por un masa de 6kg. La barra flota como indica la figura con la mitad de su longitud sumergida. Puede despreciarse el empuje sobre el lastre. Hallar la tensión en la cuerda.



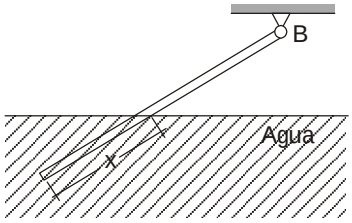
a) 19,6 N b) 29,4 N c) 39,2 N
d) 88,2 N e) 58,8 N

36. En (A), se tiene un tubo de sección "S" abierto por un extremo y cerrado por el otro. Se le invierte y se introduce en cierto líquido en reposo, hasta que el punto medio queda a nivel de la superficie libre del líquido tal como se observa en (B). La presión atmosférica tiene un valor P_o. Hallar la densidad del líquido, si la temperatura es constante. (g=aceleración de la gravedad).



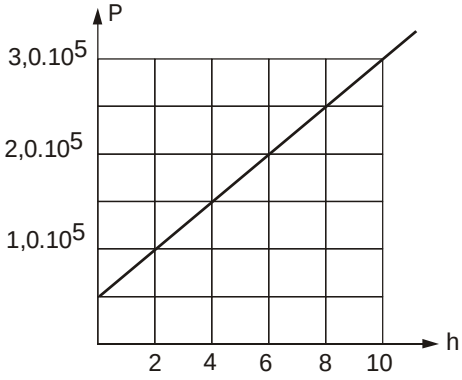
a) $4P_oL/3g$ b) $2P_o/3gL$
c) $4gL/3P_o$ d) $3gL/2P_o$
e) $4P_o/3gL$

37. Si la barra homogénea tiene longitud "L" y densidad 0,5 g/cm^3, hallar: "x".



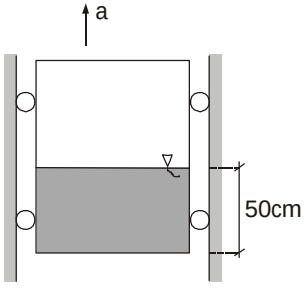
a) L/2 b) $L\sqrt{2}/2$ c) $L(2-\sqrt{2})/2$
d) L/4 e) $L(2+\sqrt{2})/2$

38. La figura de este problema muestra el diagrama P vs h (presión x profundidad) para un líquido contenido en un depósito descubierto, considerado g=10m/s^2. Diga cuáles de las afirmaciones siguientes está equivocada.



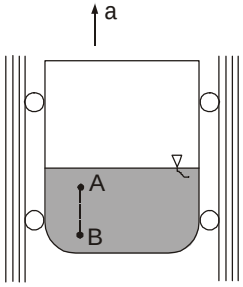
a) La presión atmosférica en el lugar donde se encuentra el depósito vale 0,5atm.
b) El valor de la pendiente de la gráfica, en unidades de S.I. es 2,5.10^4.
c) La densidad del líquido es de 2,5g/cm^3.
d) El líquido contenido en el depósito es agua.
e) El líquido contenido en el depósito no es agua.

39. Determinar la presión hidrostática en el fondo del recipiente mostrado que contiene agua y que sube con una aceleración de 2m/s^2. (g=10m/s^2)



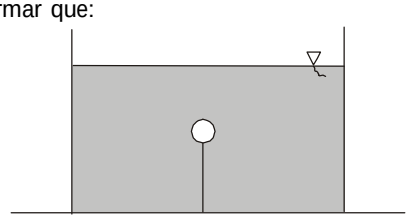
a) 1 KPa b) 2 KPa c) 3 KPa
d) 4 KPa e) 6 KPa

40. La figura muestra un recipiente que contiene agua. Si el sistema sube con una aceleración de 5m/s^2, hallar la diferencia de presiones entre los puntos A y B separados 10cm. (g=10m/s^2)



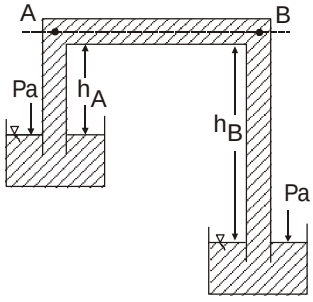
a) 500 Pa b) 1000 Pa c) 1500 Pa
d) 750 Pa e) 1250 Pa

41. La figura siguiente representa una esfera homogénea de peso p, densidad ρ, sumergida en un líquido de densidad constante ρ_L. La esfera inicialmente está sujeta al fondo del recipiente por un cordón muy delgado. Si se sabe que la tensión máxima que el cordón puede resistir vale 4p y $\rho = \frac{1}{4}\rho_L$, y es correcto afirmar que:



a) El cordón se revienta y la esfera sube hasta la superficie del líquido.
b) La esfera descenderá hasta el fondo del recipiente.
c) Ninguna conclusión podrá obtenerse porque no se sabe el valor mínimo de la tensión del cordón.
d) La esfera permanecerá en equilibrio en la situación indicada en la figura.
e) La esfera subirá hasta que solamente 1/4 de su volumen permanezca inmerso.

42. Se acostumbra hacer pasar un líquido de un recipiente a otro por medio de un sifón, como usted ya debe haber visto. Observe la figura de este problema y responda las preguntas siguientes para entender el funcionamiento de este dispositivo, sea ρ la densidad del líquido contenido en los recipientes y con el cual se llenó el tubo.



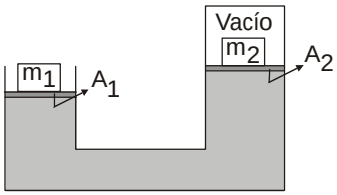
a) ¿Cuál es el expresión para la presión total en el punto A? .....
b) ¿Y en el punto B? .....
c) Examine las respuestas a las preguntas (a) y (b) y

determine en cuál de los puntos es mayor la presión .....

d) Entonces, ¿En qué sentido escurrirá el líquido? .....

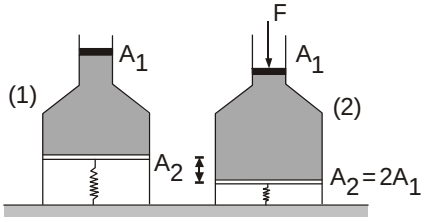
e) ¿Qué le sucedería al líquido si $h_A = h_B$? ¿Y si $h_A > h_B$?

43. Los radios de los émbolos 1 y 2 de áreas A_1 y A_2 son de 4cm y 20cm respectivamente. Determine la masa m_1 (en kg) que equilibra el sistema. Considere $m_2 = 2000$ kg.
($P_{atm} = 10^5$ Pa).



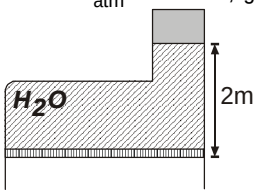
a) 80 b) 40 c) 800
d) 30 e) 20

44. En la figura (1), el resorte de K = 1 KN/m, sostiene el agua a través de un pistón de área A_2, con equilibrio. Halle la deformación adicional del resorte cuando en la parte superior se aplica una fuerza de 200N.



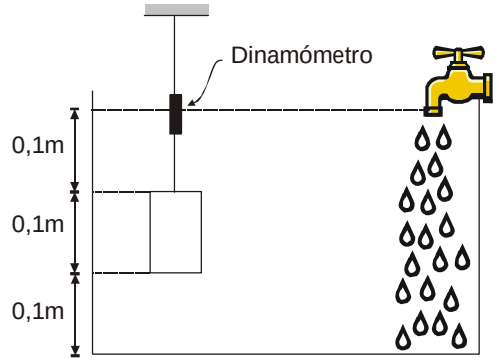
a) 0,1 m b) 0,2 m c) 0,3 m
d) 0,4 m e) 0,5 m

45. Determinar la presión manométrica del gas encerrado en el recipiente para que el sistema se encuentre en equilibrio. El émbolo es de peso despreciable y no existe rozamiento. $P_{atm} = 100$kPa; $g = 10$m/s^2.

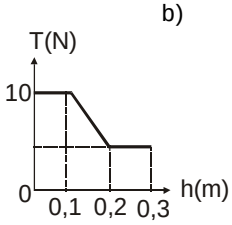


a) 10 KPa b) -10 KPa c) 20 KPa
d) -20 KPa e) 25 KPa

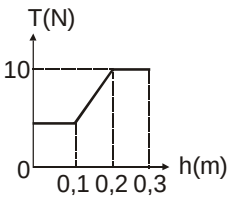
46. Un bloque cúbico de 0,1m de arista y cuya masa es de 1kg se encuentra en el interior de un recipiente. Esbozar una gráfica de la lectura del dinamómetro (T) a medida que la altura (h) asciende en el recipiente. ($g = 10$m/s^2).



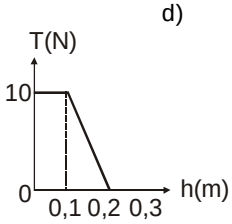
a)



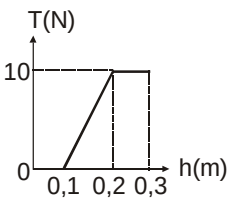
b)



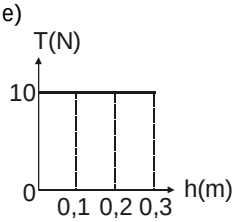
c)



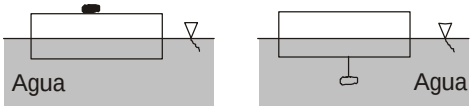
d)



e)

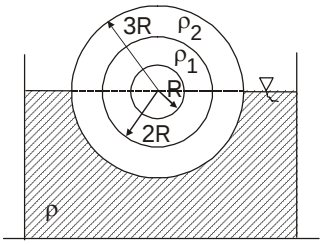


47. Un cubo de piedra de 40 cm de arista es transportada en una balsa de 2 m de largo y 1m de ancho. Si se cambia la posición del bloque y se sumerge, en cuánto cambia el nivel de flotación de la balsa. ¿Se hunde o sale a flote? ¿Cuánto?



a) 2,8 cm b) 3,0 cm c) 3,2 cm
d) 3,4 cm e) 3,6 cm

48. Se tiene una esfera hueca compuesta de dos materiales de densidad $\rho_1 > \rho_2$, sumergida en un líquido de densidad ρ, como se muestra. Marque la relación correcta.



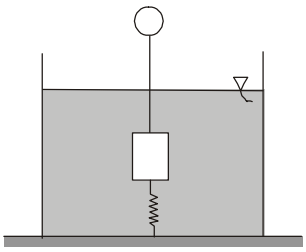
a) $\rho=\frac{2(7\rho_1+19\rho_2)}{27}$ b) $\rho=\frac{19\rho_1+7\rho_2}{27}$

c) $\rho=\frac{7\rho_1-19\rho_2}{27}$ d) $\rho=\frac{19\rho_1-7\rho_2}{27}$

e) $\rho=\frac{19\rho_2-7\rho_1}{27}$

49. Un bloque de 4kg y $\rho=2.10^3\,kg/m^3$ se encuentra en reposo sumergido en un recipiente con agua y se observa que el resorte se deforma 0,1m (K = 100 N/m). Determinar el volumen del globo cuya masa, incluyendo el gas en su interior, es de 1,6 kg.

$(\rho_{Aire}=1{,}3\,kg/m^3)$. $(g=10m/s^2)$.

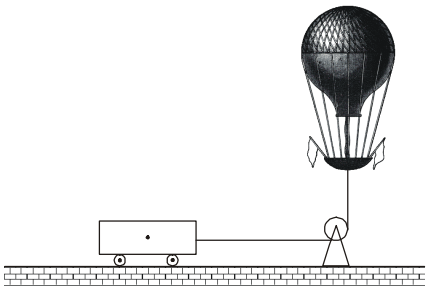


a) 2 m^3 b) 4 m^3 c) 6 m^3
d) 8 m^3 e) 10 m^3

50. La figura muestra un globo inflado con helio de volumen V=0,5 m^3 unido a un coche de m=0,5 kg. Si es dejado en libertad, determinar la tensión de la cuerda. No considere el peso del globo.

$\rho_{Aire}=1{,}2\,kg/m^3$

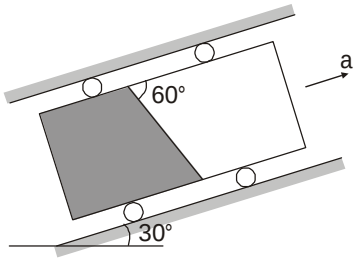
$\rho_{helio}=0{,}1\,kg/m^3$; $g=10m/s^2$.



a) 1 N b) 2 N c) 2,5 N
d) 4 N e) 5 N

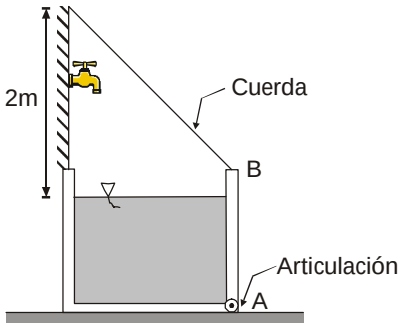
51. Si el ascensor sube aceleradamente y la esfera se encuentra en equilibrio respecto al aceite, determinar el empuje que actúa sobre la esfera de volumen 1 litro.

$\rho_{aceite}=800\,kg/m^3$. $(g=10m/s^2)$



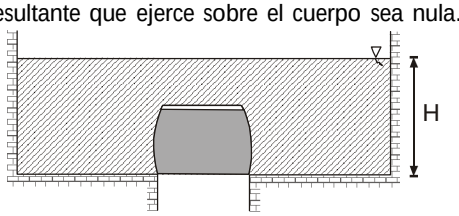
a) 4 N b) $4\sqrt{3}$ N c) 8 N
d) $8\sqrt{3}$ N e) 16 N

52. En la figura, se muestra un reservorio para agua de forma cúbica de 1,5m de arista. ¿Cuál es el valor de la tensión en el cable que sostiene la compuerta AB? $(g=10m/s^2)$



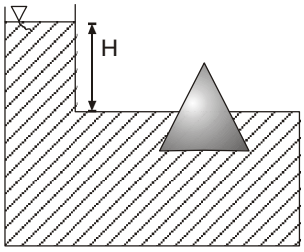
a) 3,579 KN b) 5,397 KN c) 7,593 KN
d) 9,375 KN e) 7,800 KN

53. Un orificio de área A situado en el fondo de una piscina se cierra mediante un cuerpo de volumen V. Determinar la altura H del líquido para que la fuerza resultante que ejerce sobre el cuerpo sea nula.



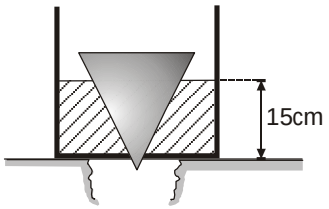
a) $\frac{V}{A}$ b) $\frac{2V}{A}$ c) $\frac{V}{2A}$
d) $\frac{3V}{A}$ e) $\frac{V}{3A}$

54. La figura muestra un recipiente que contiene agua. Si el cono de 200N de peso se encuentra tapando un orificio de 900 cm^2 de área, hallar la mínima altura H con la condición que el cono no caiga. El cono tiene una altura de 24 cm y el área de su base es 1600 cm^2. ($g = 10m/s^2$).



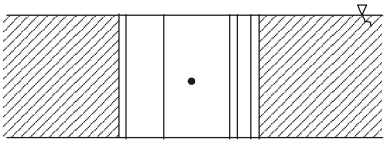
a) 7 cm b) 10 cm c) 14 cm
d) 20 cm e) 21 cm

55. Un orificio de 400 cm^2 de área situado en el fondo de un depósito que contiene agua se cierra mediante un cono de 60cm de altura y una base de 1600 cm^2. Determinar la fuerza que ejerce el líquido sobre él $g = 10m/s^2$.



a) 15 N b) 20 N c) 30 N
d) 35 N e) 40 N

56. La figura muestra un bloque cúbico de 80 kg de masa y 40cm de arista apoyado en el fondo de un recipiente que contiene agua. Determinar el trabajo mínimo que se debe realizar para sacarlo del agua. ($g = 10m/s^2$).



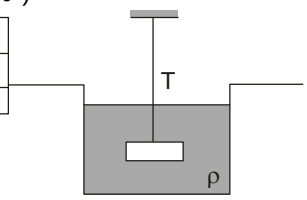
a) 146 J b) 256 J c) 192 J
d) 204 J e) 231 J

57. Las esferas homogéneas A y B, que tienen el mismo volumen y están pegadas por medio de un pegamento, se mantienen en equilibrio, inmersas en el agua. Cuando las esferas se despegan, la esfera A sube y flota con la mitad de su volumen fuera del agua y la esfera B se hunde hasta el fondo del recipiente.
Determinar la densidad en g/cm^3 de las esferas A y B, respectivamente.
(densidad del agua = $1g/cm^3$)

a) 0,50 ; 1,50 b) 1,50 ; 0,50
c) 0,50 ; 1,0 d) 0,05 ; 1,50
e) 0,50 ; 15,0

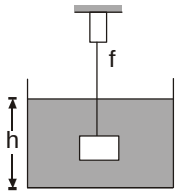
58. Considerar un bloque homogéneo sumergido en un líquido, como se indica en la figura, donde ρ es la densidad del líquido y T ρ la tensión en la cuerda. La tabla muestra los datos obtenidos para dos líquidos diferentes. Hallar el volumen del cuerpo en cm^3. (Tomar: $g = 10m/s^2$)

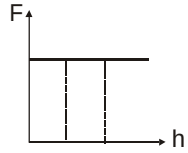
$\rho(g/cm^3)$	T(N)
1,6	2
1,2	4

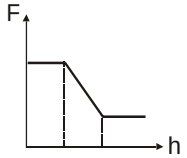


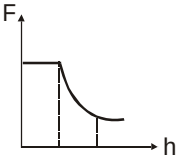
a) 200 b) 300 c) 400
d) 500 e) Faltan datos

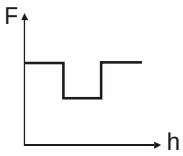
59. Un cilindro de aluminio está suspendido de un dinamómetro y colocado en el interior de un vaso inicialmente vacío. Se comienza a agregar agua al vaso poco a poco (de manera que el cilindro de aluminio se mantiene en equilibrio), anotándose la indicación del dinamómetro. Diga cuál de los gráficos representa mejor la fuerza F que marca el dinamómetro con la altura h del nivel del agua en el vaso.

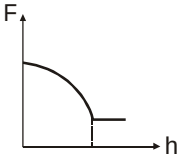


a)


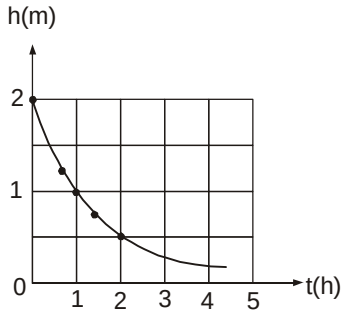
b)


c)


d)


e)


60. Un tanque cilíndrico, cuya base tiene $2m^2$ de área, contiene agua hasta una altura de 2m. En cierto instante, el vigilante nota que el nivel de agua está disminuyendo, y marca la correspondiente altura. Luego, repite las marcas cada media hora, como se muestra en el dibujo adjunto. La cantidad de litros de agua que se han perdido hasta el instante en que el vigilante hizo la quinta marca es:



a) 3 b) 3.10^3 c) 0,5
d) $0,5.10^3$ e) Aproximadamente $2,6.10^3$

Claves

01.	c
02.	e
03.	a
04.	c
05.	d
06.	d
07.	a
08.	c
09.	a
10.	e
11.	b
12.	d
13.	c
14.	b
15.	e
16.	b
17.	d
18.	e
19.	b
20.	e
21.	c
22.	d
23.	c
24.	b
25.	c
26.	a
27.	a
28.	a
29.	b
30.	b

31.	e
32.	b
33.	a
34.	e
35.	a
36.	e
37.	c
38.	d
39.	e
40.	c
41.	d
42.	*
43.	a
44.	d
45.	d
46.	c
47.	c
48.	a
49.	a
50.	e
51.	d
52.	d
53.	a
54.	c
55.	d
56.	b
57.	a
58.	d
59.	b
60.	b

Capítulo

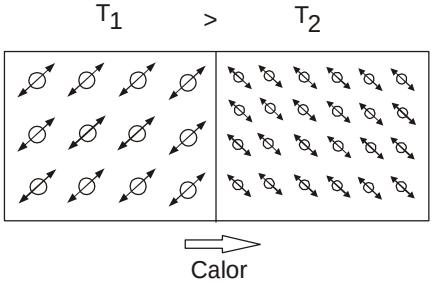
14 TEMPERATURA - CALOR

TEMPERATURA

Magnitud escalar que nos indica el grado de agitación molecular, mide la energía cinética promedio las moléculas de un cuerpo; se mide en el Sistema Internacional de Unidades en Kelvin (K), pero alternativamente se suele utilizar también el grado centígrado (°C).

CALOR

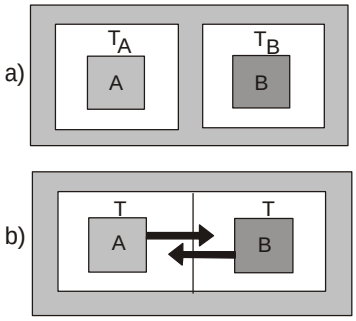
Se denomina así la energía transferida entre los objetos en virtud de su diferencia de temperaturas, el calor fluye de manera natural de los cuerpos calientes hacia los cuerpo fríos, hasta que el sistema alcanza el equilibrio térmico.



EQUILIBRIO TÉRMICO

Es aquel estado de los cuerpos en el cual poseen la misma temperatura, la que se denomina temperatura de equilibrio (T_E), en dicho estado no hay transferencia de calor entre los cuerpos.

La figura muestra dos sistemas A y B que, entre muchas cosas, podrían ser bloques metálicos o gases confinados. Están aislados uno de otro y del ambiente, es decir, no sale ni entra energía. Por ejemplo, los sistemas pueden estar rodeados de paredes gruesas hecha de Styrofoam, sustancia rígida e impermeable. Se dice que las paredes son ***adiabáticas***, es decir, térmicamente aislantes. Los cambios en las propiedades medidas de uno de los sistemas no repercuten en las del otro.



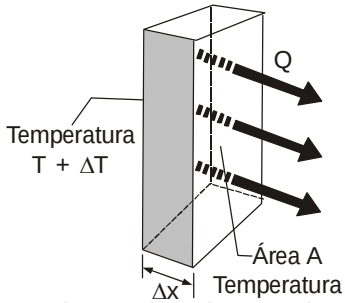
a) Los sistemas A y B están separados por una pared adiabática. Tienen temperaturas distintas T_A y T_B. b) Están separados por una pared diatérmica, que permite intercambiar energía entre ellos. Con el tiempo alcanzarán el equilibrio térmico y después tendrán la misma temperatura T.

LA TRANSFERENCIA DE CALOR

Sabemos que se transfiere calor entre un sistema y su ambiente cuando su temperatura es diferente. No obstante, aún no se recibe el mecanismo en virtud del cual se lleva a cabo la transferencia. Son tres: ***conducción, convección y radiación***. Vamos a examinar cada uno por separado.

CONDUCCIÓN TÉRMICA

Si dejamos un atizador en el fuego suficiente tiempo, su mango se pondrá caliente. Se transfiere energía el fuego al mango mediante la conducción térmica a través de la vara metálica. En los metales algunos de los electrones atómicos pueden moverse libremente dentro de los confines del objeto y; por tanto, están en condiciones de transmitir el incremento de su energía cinética de las regiones de alta temperatura a las de temperatura más baja. De ese modo una región de temperatura creciente cruza la varilla y llega a nuestra mano.



Fluye calor Q a través de una losa rectangular cuyo material tiene un espesor Δx y una superficie A.

Los hallazgos experimentales anteriores los resumimos así:

$$H = kA\frac{\Delta T}{\Delta x}$$

expresión en que la constante de proporcionalidad ***k*** se denomina conductividad térmica del material. En el SI la unidad de ***k*** es el watt por metro kelvin (W/m K).

CONVECCIÓN

Si observa la llama de una vela o de un fósforo, verá cómo se transporta energía hacia arriba por convección. Este tipo de transferencia tiene lugar cuando un fluido, digamos el aire o el agua, entra en contacto con un objeto cuya temperatura es mayor que la de su ambiente. Se eleva la temperatura del líquido en contacto con el objeto caliente y (en la generalidad de los casos) se expande el líquido. El fluido caliente es menos denso que el fluido más frío circundante, por lo cual se eleva a causa de las fuerzas de flotación. El fluido más frío del ambiente cae y toma el lugar del fluido más caliente que se eleva, iniciándose así una circulación convectiva.

La convección atmosférica contribuye mucho a determinar los patrones globales climatológicos y las variaciones meteorológicas diarias. La convección también puede ser artificial, como cuando un soplador de horno hace circular el aire para calentar las habitaciones de una casa.

RADIACIÓN

La energía proveniente del Sol llega a nosotros debido a las ondas electromagnéticas que se desplazan libremente por el casi vacío del espacio intermedio. El mismo proceso nos calienta cuando estamos cerca de una fogata o de una hoguera al aire libre. Todos los objetos emiten este tipo de radiación electromagnética por su temperatura y también absorben parte de la que cae en ellos procedente de otros objetos. Cuando más alta sea la temperatura de un objeto, más irradiará.

Así, la temperatura promedio de la Tierra se estabiliza a unos 300 K porque ella irradia energía hacia el espacio con la misma rapidez con que la recibe del Sol.

UNIDADES DE CALOR

Siendo el calor energía; su unidad natural es el Joule (J), pero todavía se utilizan unidades prácticas como la caloría (cal) y la kilocaloría (kcal).

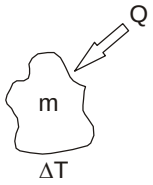
1 caloría = 4,186 Joule

Equivalente Mecánico del Calor

1 kilocaloría = 1000 calorías

CALOR ESPECÍFICO (C_E)

Esta magnitud es una característica de cada sustancia, que nos indica la cantidad de calor que se debe dar o quitar a cada unidad de masa para que su temperatura cambie en una unidad.



$$c_E = \frac{Q}{m\Delta T}$$

Fórmula del calor sensible:

$$\boxed{Q = mC_E \Delta T}$$

Calor ganado Q(+)
Calor perdido Q(-)

Algunos valores típicos son:

$C_{E(agua)} = 1cal/g°C$

$C_{E(hielo)} = C_{E(vapor\ de\ agua)} = 0{,}5cal/g°C$

CAPACIDAD CALORÍFICA (C)

Esta magnitud no es característica de los materiales, es proporcional a la masa del cuerpo, nos indica la cantidad de calor que se debe dar o quitar a un cuerpo para que la temperatura de todo el cuerpo varíe una unidad.

$$\boxed{C = m\,C_E}$$

m = masa del cuerpo
C_E = calor específico del material

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Al colocar en contacto cuerpos a diferente temperatura, ellos intercambiarán calor hasta alcanzar el equilibrio térmico, para esto todo el calor ganado por los cuerpos fríos en valor debe ser igual al calor perdido de los cuerpos calientes.

$$Q_{ganado} = -Q_{perdido} \rightarrow \boxed{\sum Q = 0}$$

CALORÍMETRO DE MEZCLAS

Se denomina así a un recipiente térmicamente aislado del medio ambiente.

EQUIVALENTE EN AGUA DE UN CALORÍMETRO (m_{Equiv})

Es la masa de agua hipotética capaz de ganar o ceder igual cantidad de calor que el calorímetro al experimentar igual variación de temperatura.

$$\boxed{m_{Equiv.} = \frac{m_c\,C_{E(c)}}{C_{E(agua)}}}$$

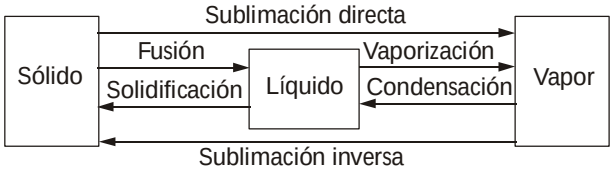
m_c = masa del calorímetro
$C_{E(c)}$ = calor específico del calorímetro
$C_{E(agua)}$ = calor específico del agua

CAMBIO DE FASE

Es aquel proceso por el cual cambia el ordenamiento molecular dentro de un material, lo que se presenta cuando la sustancia pasa de sólido a líquido, de líquido a vapor o viceversa.

Características:

1. Las temperaturas de cambio de fase dependen de la presión externa que soporte el material.
2. Si la presión externa se mantiene constante, el cambio de fase sucede isotérmicamente.



CALOR LATENTE (L)

Esta magnitud es una característica de cada material, nos indica la cantidad de calor que se debe dar o quitar a cada unidad de masa para producirle cambio de fase, bajo condiciones adecuadas de presión y temperatura. Algunos valores típicos son:

$$\left.\begin{array}{l} P = 1atm \\ T = 0°C \end{array}\right\} \begin{array}{l} L_{Fusión(hielo)} = 80cal/g \\ L_{Solidificación(agua)} = -80cal/g \end{array}$$

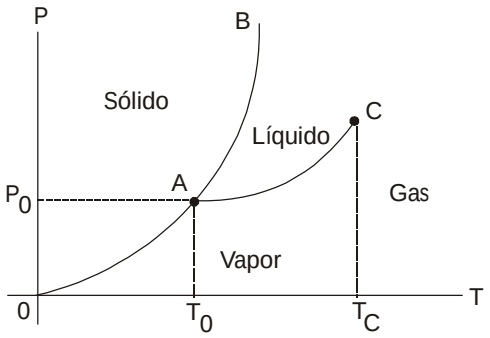
$$P = 1atm \left\{ L_{Vaporización(agua)} = 540cal/g \right.$$
$$T = 100°C \left\{ L_{Condensación(vapor\ de\ agua)} = -540cal/g \right.$$

En todo cambio de fase: $\boxed{Q = mL}$

Q = calor de transformación o de cambio de fase
m = masa que cambia de fase
L = calor latente correspondiente

DIAGRAMA DE FASES

Es una gráfica presión vs temperatura, característica de cada sustancia, la cual nos indica las condiciones de presión y temperatura bajo las cuales el material se encuentra en fase sólida, líquida o gaseosa.
A continuación, se muestra el diagrama de fases para la mayoría de sustancias (el agua es la excepción).



PUNTO TRIPLE (A)

Representa las condiciones de presión y temperatura bajo las cuales pueden coexistir en equilibrio térmico las tres fases de una misma sustancia.

CURVA DE SUBLIMACIÓN (OA)

Está constituida por todos los puntos (P, T) en los cuales el material sólido y vapor pueden estar coexistiendo en equilibrio y/o también las condiciones para la sublimación de la sustancia si gana o pierde calor.

CURVA DE VAPORIZACIÓN (AC)

Está constituida por todos los puntos (P, T) en los cuales el material líquido y vapor pueden estar coexistiendo en equilibrio y/o también las condiciones para la vaporización o condensación de la sustancia si gana o pierde calor respectivamente.

CURVA DE FUSIÓN (AB)

Está constituida por todos los puntos (P, T) en los cuales el material sólido y líquido pueden estar coexistiendo en equilibrio y/o también las condiciones para la fusión o solidificación de la sustancia si gana o pierde calor respectivamente.

ALGUNOS VALORES DE PUNTO TRIPLE

Sustancia	To (K)	Po (mmHg)
Agua	273,16	4,58
Hielo seco	216,55	3880
Amoníaco	195,4	45,57
Nitrógeno	63,18	94
Oxígeno	54,36	1,14

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. ¿Cuál es el calor específico de un cuerpo cuya masa es 400 g, si necesita 80 cal para elevar su temperatura de 20°C a 25°C?

a) 0,02 cal/g°C b) 0,002 cal/g°C
c) 0,03 cal/g°C d) 0,04 cal/g°C
e) 0,5 cal/g°C

02. Calcular la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 200g de aluminio de 10°C hasta 40°C. $Ce_{AL} = 0,02$ cal / g ºC

a) 100 cal b) 110 cal c)120 cal
d)130 cal e) 140 cal

03. Una sustancia sólida (homogénea) se divide en dos partes de masas m_1 y m_2 Si ambas partes reciben la misma cantidad de calor observamos que m_1 eleva su temperatura en 1°C, mientras que m_2 eleva su temperatura en 5°C, determine la razón de sus masas (m_1/m_2)

a) 3 b) 1/4 b) 4
d) 1/5 e) 5

04. La cantidad de calor que requiere 200 g de agua para aumentar su temperatura en 80°C es el doble de lo que requiere 320 g de cierta sustancia para aumentar su temperatura en 50°C. Determine el calor específico de dicha sustancia.

a) 0,2 cal/lgºC b) 0,3 cal/lgºC c) 0,5 cal/lgºC
d) 0,7 cal/lgºC e) 0,6 cal/lgºC

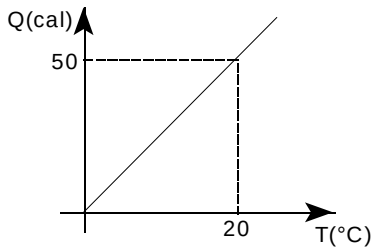
05. Un recipiente de capacidad calorífica despreciable contiene 20 g de agua a 10°C. Si introducimos un trozo de aluminio de 80 g a 100°C y Ce = 0,2 cal/g°C, determine cuál es la temperatura del agua cuando el aluminio alcanza los 80°C. Determine también la temperatura de equilibrio del sistema.

a) 24°, 48° b) 26°, 50° c) 25°. 60°
d) 24°, 70° e) 26°, 48°

06. Se tiene 2 litros de agua a 10°C en un recipiente de capacidad calorífica despreciable. ¿Qué cantidad de agua a 100°C se debe de agregar al recipiente para que la temperatura final de equilibrio sea de 20°C?

a) 1 l b) 2 l c) 0,25 l
d) 1,5 l e) 2,5 l

07. El calor que recibe 10 g de un líquido hace que su temperatura cambie del modo que se indica en el gráfico «Q» versus «T». Se pide encontrar el valor de su calor específico en cal/g° C.



a) 0,20 b) 0,25 c) 0,3
d) 0,4 e) 0,7

08. Una sustancia de 100g absorbe 400 cal de calor, cual será su variación de temperatura que experimenta si su calor específico es 0,08 cal/g°C.

a) 20°C b) 25°C c) 40°C
d) 50°C e) 80°C

09. Una masa de 500g se encuentra a la temperatura de 10°C. Si absorbe 800 cal de calor, hallar su temperatura final sabiendo que su calor específico es 0,04 cal/g°C.

a) 30°C b) 40°C c) 50°C
d) 60°C e) 80°C

10. 30 gramos de agua a 30°C se mezclan con 70g de agua a 70°C. Hallar la temperatura de equilibrio.

a) 49°C b) 40°C c) 58°C
d) 61°C e) 63°C

11. En un recipiente de capacidad calorífica despreciable se tienen 40g de agua a 60°C. Si se vierte 60g de agua a 40°C, hallar la temperatura de equilibrio.

a) 44°C b) 48°C c) 50°C
d) 56°C e) 58°C

12. En un calorímetro de capacidad calorífica despreciable, se tiene 100g de agua a 10°C. Hallar la masa de un metal que debe de ingresar a la temperatura de 110°C de manera que la temperatura de equilibrio sea 30°C. Ce(Metal) = 0,5 cal/g°C

a) 20 g b) 25 c) 40
d) 50 e) 75

13. En un recipiente de capacidad calorífica despreciable, se mezclan 20; 30 y 50g de agua a 80°C, 50°C y 10°C respectivamente. Hallar la temperatura de equilibrio.

a) 31°C b) 21°C c) 30°C
d) 36°C e) 69°C

14. Un recipiente de capacidad calorífica despreciable contiene 400 g de aceite (Ce=0,5) a 30ºC. ¿A qué temperatura debe ingresar una pieza de aluminio (Ce=0,22) de 1 kg de masa para que la temperatura final de equilibrio sea 52ºC?

a) 52ºC b) 68ºC c) 64ºC
d) 72ºC e) 81ºC

15. En un calorímetro de hierro (Ce=0,113) de 500 g, se tiene 600g de agua a 10ºC. Un bloque metálico de 200g a 120ºC se introduce en el calorímetro, alcanzándose una temperatura de 25ºC. Hallar el "Ce" del metal.

a) 0,218 ca/gºC b) 0,612 cal/lgºC
c) 0,518 cal/lgºC d) 0,728 cal/lgºC
e) 0,102 cal/lgºC

16. Se mezcla en un calorímetro de capacidad calorífica despreciable 200g de agua a 4ºC con 50g de agua a 19ºC y 400 g de cierta sustancia "x" a 25ºC. Si el calor específico de la sustancia "x" es 0,5. ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?

a) 10ºC b) 15ºC c) 20ºC
d) 25ºC e) 30ºC

17. Se tiene 5 g de hielo a -10°C, hallar el calor total suministrado para que se convierta en vapor de agua a 100°C.

a) 3 625 cal b) 7 200 cal c) 4 000 cal
d) 5 250 cal e) 4 800 cal

18. Se tiene 2 g hielo a 0°C, ¿qué cantidad de calor se le debe de suministrar para que llegue a la temperatura de 40°C?

a) 100 cal b) 200 cal c) 240 cal
d) 300 cal e) 400 cal

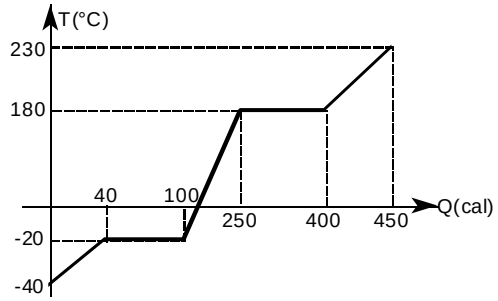
19. Se tiene 10 g de vapor de agua a 100°C. ¿Qué cantidad de calor se le debe extraer para que llegue a la temperatura de 80°C?

a) 4 800 cal b) 500 cal c) 5 600 cal
d) 6 000 cal e) 2 800 cal

20. Tenemos 2 g de agua a 0°C. ¿Qué cantidad de calor se le debe extraer para convertirlo en hielo a 0°C?

a) 80 cal b) 160 cal c) 200 cal
d) 250 cal e) 300 cal

21. Una muestra de mineral de 10 g de masa recibe calor de modo que su temperatura tiene un comportamiento como el mostrado en la figura. Determinar los calores latentes específicos de fusión y vaporización en cal/g



a) 3 y 8 b) 10 y 15 c) 8 y 15
d) 6 y 15 e) 7 y 10

22. Se dispara una bala de 5g contra un bloque de hielo, donde inicia su penetración con una velocidad de 300m/s, se introduce una distancia de 10cm, fundiéndose parte del hielo. ¿Qué cantidad de hielo se convierte en agua; en gramos? (el hielo debe estar a 0°C)

a) 0,535 b) 0,672 c) 0,763
d) 0,824 e) 0,763

23. Una bala de plomo que lleva una velocidad de 400 m/s choca con una pared y penetra en ella. Suponiendo que el 10% de la energía cinética de la bala se invierte en calentarla. Calcular en cuántos °C se elevará su temperatura. C_E(Pb) = 0,03 cal/g°C.

a) 63 700°C b) 6370°C c) 63,7°C
d) 82°C e) 1000°C

24. Se tiene 8g de agua a 100°C, determine cuántas kilocalorías se necesita para vaporizarlo totalmente.

a) 3,61 b) 4,32 c) 5,18
d) 6,36 e) 7,12

25. Qué cantidad de calor se requiere para convertir 1g de hielo a -10°C en vapor a 100°C.

a) 125 cal b) 500 cal c) 600 cal
d) 725 cal e) 800 cal

26. Hallar el calor que libera 2g de vapor de agua que se encuentra a 120°C de manera que se logre obtener agua a 90°C.

a) 800 cal b) 880 cal c) 1100 cal
d)1120 cal e) 1200 cal

27. Si le suministramos 530 cal de calor a 10g de hielo a -10°C, cuál será la composición final del sistema.

a) 2 g de hielo y 8 g de agua.
b) 1 g de hielo y 9 g de agua.
c) 10 g de agua.
d) 5 g de hielo y 5 g de agua.
e) 4 g de hielo y 6 g de agua.

28. ¿Qué masa de hielo fundente se necesita para condensar y llevar a 0°C, 25 kg de vapor de agua que están a 100°C?

a) 100 kg b) 150 kg c) 200 kg
d) 175 kg e) 250 kg

29. Masas iguales de hielo a 0°C y vapor de agua a 100°C, se mezclan en un recipiente de capacidad calorífica despreciable. ¿Qué porcentaje de la masa total será agua líquida en el equilibrio térmico?

a) 80,72% b) 66,66% c) 48,66%
d) 133,33% e) 104%

30. 540g de hielo a 0°C se mezclan con 540g de agua a 80°C. La temperatura final de la mezcla en °C, es de:

a) 20 b) 40 c) 0
d) 60 e) 80

31. Un calorímetro cuyo equivalente en agua es de 5 g contiene 40g de hielo a -10°C. ¿Cuál será la temperatura y la condición del material en el calorímetro, si se vierten 100g de agua a 20°C en él?

a) 0°C; 17,5g de hielo y el resto de agua.
b) 10°C; 22,5g de hielo y el resto de agua.
c) 0°C; 22,5g de hielo y el resto de agua.
d) 5°C; 17,5g de hielo y el resto de agua.
e) 0°C; 18,1g de hielo y el resto de agua.

32. Un calorímetro de equivalente en agua despreciable, contiene 500g de agua y 300g de hielo, todo ello a la temperatura de 0°C, se toma un bloque metálico de 1 kg de un horno cuya temperatura es de 240°C y se deja caer rápidamente dentro del calorímetro resultando la fusión exacta de todo el hielo. ¿Cuál hubiese sido la temperatura final del sistema en °C, de haber sido doble la masa del bloque?

a) 14 b) 18 c) 20
d) 24 e) 30

33. Si 0,1 kg de vapor de agua a 100°C, se condensa en 2,5kg de agua a 30°C contenida en un calorímetro de aluminio de 0,5kg. ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?. $Ce_{(AL)}$ = 0,2 cal/g°C.

a) 53,7°C b) 64,7°C c) 44,5°C
d) 37,3°C e) 52,6°C

34. Un sistema está constituido por la mezcla de 500 g de agua y 100g de hielo a 0°C. Se introduce en este sistema 200g de vapor de agua a 100°C. Suponiendo la mezcla libre de influencias externas. ¿Cuál es la temperatura de la mezcla y la cantidad de vapor final?

a) 150°C; 116 g b) 100°C; 126 g
c) 150°C; 42 g d) 100°C; 74 g
e) 75°C; 0 g

35. En un calorímetro cuyo equivalente en agua es de 50g se tienen 500g de agua a 20°C. Calcular la masa mínima de hielo en gramos a 0°C que debe agregarse para un máximo enfriamiento.

a) 107 g b) 203 g c) 150 g
d) 117,3 g e) 137,5 g

36. En un calorímetro cuyo equivalente en agua es de 50g se tienen 200g de H_2O a la temperatura de 20°C. Si se le agregan 150g de hielo a la temperatura de 0°C, determinar el estado final del sistema.

a) Todo se convierte en líquido (T_E = 10°C).
b) Todo se convierte en líquido (T_E = 0°C).
c) Hay sólido 87,5g y líquido 262,5 g.
d) Hay sólido 40g y líquido 310 g.
e) N.A.

37. En un recipiente de capacidad calorífica despreciable se tienen 500g de hielo a -8°C. ¿Qué cantidad mínima de agua a 50°C se requiere para derretir completamente el hielo?

a) 200 g b) 84 g c) 62 g
d) 38 g e) 840 g

38. Un recipiente calorímetro de cobre tiene una capacidad calorífica de 30 cal/°C contiene 50g de hielo. El sistema inicialmente se encuentra a 0°C. Se hacen circular dentro del calorímetro 12g de vapor a 100°C y una atmósfera de presión. ¿Cuál es la temperatura final del calorímetro y su contenido en °C?

a) 50 b) 40 c) 60
d) 45 e) 70

39. Un cubo de hielo cuya masa es de 160g y temperatura de -10°C se deja caer dentro de un vaso con agua a 0°C. Si no hay pérdida de calor al medio ambiente, ¿qué cantidad de agua líquida quedará, si en el vaso sólo existía 40g de agua?
(Calor específico del vaso = 0)

a) 0 g b) 30 g c) 10 g
d) 40 g e) 50 g

40. En un calorímetro de aluminio (Ce_{Al} = 0,22cal/g°C) de 100g de masa existen 1000g de agua a 20°C. Si se introduce un cubo de hielo de 500g a -16°C. Hallar la temperatura final de equilibrio, en °C.

a) -15 b) 10 c) 15
d) -5 e) 0

41. En un recipiente de cobre, calentado hasta una temperatura T_1 = 350°C, han puesto m_2 = 600g de hielo a una temperatura T_2 = -10°C. Entonces al final en el recipiente quedó m_3 = 550g de hielo mezclado con agua. Hallar la masa del recipiente.
(Ce_{Cu} = 0,093 cal/g°C)

a) 150 g b) 100 g c) 215 g
d) 300 g e) 200 g

42. ¿Cuánto tiempo aproximadamente podría hacerse funcionar un motor de 2000 C.V. accionado con la energía liberada por 1km^3 de agua del océano cuando la temperatura de ésta desciende 1°C, si todo el calor se convierte en energía mecánica? (Asumir densidad del agua = 1000 kg/m^3 y 1C.V. = 735 W)

a) 6.10^5 h b) 7.10^5 h c) 5.10^5 h
d) 4.10^5 h e) $7,91.10^5$ h

43. Un vaso de masa muy pequeña contiene 500g de agua a 80°C. ¿Cuántos gramos de hielo a -10°C deben dejarse caer en el agua para lograr que la temperatura final de equilibrio sea 20°C? (Ce_{HIELO} = 0,5cal/g°C)

a) 400,5 g b) 300 g c) 285,7 g
d) 250,6 g e) 200 g

44. El equivalente en agua de un calorímetro de 300 g de masa y calor específico 0,12cal/g°C es:

a) 12 g b) 24 g c) 36 g
d) 400 g e) 50 g

45. En un vaso lleno de agua a 0°C se deposita un cubo de hielo de 40 g a -24°C, si no hay pérdida de calor al ambiente. ¿Qué cantidad de agua se solidificará en gramos?

a) 3 b) 6 c) 12
d) 15 e) 0

46. Sobre el calor específico es cierto que:
I. Será constante e independiente del rango de temperatura en que se trabaje.
II. Será independiente de la masa del cuerpo.
III. Depende de la cantidad de calor entregado al cuerpo.

a) VVF b) VFF c) FVV
d) FVF e) VFV

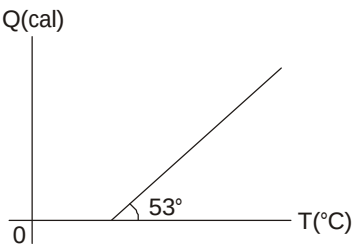
47. En un recipiente cuya capacidad calorífica es 10 cal/°C se tiene 20g de agua a 18°C. ¿Qué cantidad de calor se requiere para lograr hervir el agua?

a) 1820 cal b) 1640 cal c) 2460 cal
d) 860 cal e) 800 cal

48. En la temporada de carnavales, un muchacho deja caer de un balde con agua desde una altura de 10m, si toda la energía mecánica se convierte en calor. Cuál será el incremento de temperatura del agua. g=10m/s^2.
1 Joule = 0,24 cal

a) 0,24°C b) 0,024°C c) 24°C
d) 40°C e) Falta un dato

49. Se calentó una muestra de 10g de un metal desconocido, graficándose las calorías versus la temperatura del cuerpo y se obtuvo:



Halle el calor específico del metal en cal/g°C

a) 0,10 b) 0,16 c) 0,13
d) 0,19 e) 0,18

50. En un calorímetro de equivalente en agua despreciable se introducen 1 kg de agua a 40°C y 80 g de cobre a -10°C. Determinar cuántos gramos de plomo a 100°C se debe de añadir para que la temperatura del agua no varíe. Ce_{Pb}=0,03 cal/g°C y Ce_{Cu}=0,09 cal/g°C.

a) 100 b) 160 c) 180
d) 200 e) 210

51. Escoja el enunciado incorrecto:

a) Durante la fusión a presión constante, adición de más calor, simplemente levanta la temperatura de la mezcla líquido-sólido.
b) Cada sustancia puede existir en diferentes formas llamadas fases.
c) La fase líquida de una sustancia no muestra las regularidades de su fase sólida.
d) La temperatura de fusión depende de la presión.
e) El calor latente de fusión depende de la presión.

52. Un cubo de hielo cuya masa es de 50g y cuya temperatura es de -10°C, se coloca en un estanque de agua la cual. ¿Qué cantidad de agua se solidificará?
Datos:
Calor latente del hielo = 80 cal/g
Calor específico del hielo = 0,5 cal/g°C

a) 6,24 g b) 3,12 g c) 50,00 g
d) 80,20 g e) 80,00 g

53. De los siguientes enunciados:
I. La temperatura de fusión depende de la presión exterior.
II. El paso de vapor a sólido se llama sublimación.
III. El calor de fusión representa la cantidad de Calor que se debe dar a la unidad de masa de alguna sustancia, que ya ha alcanzado su punto de fusión, para transformarlo en líquido, a la misma temperatura.

a) Todos son correctos.
b) Sólo I y III son correctos.
c) Sólo I y II son correctos.
d) Sólo II y III son correctos.
e) Sólo III es correcto.

54. Hallar la temperatura resultante de la mezcla de 150 g de hielo a 0°C y 150g de vapor de agua a 100°C.
Calor de fusión del hielo: 80 cal/g
Calor de condensación del vapor de agua: 540 ca/g
Calor específico del agua: 1 cal/g°C

a) 50°C b) 82°C c) 0°C
d) 100°C e) 28°C

55. Escoja el enunciado incorrecto:

a) Si se envía corriente eléctrica por un cuerpo metálico, éste aumenta su temperatura.
b) El calor es un fluido.
c) Si se quema una mezcla de gasolina con aire encerrada en un recipiente metálico, éste aumenta su temperatura.
d) La temperatura no es lo mismo que el calor.
e) Si se pone en contacto un cuerpo caliente con uno frío, el calor pasa del primero al segundo.

56. ¿Qué cantidad de agua se puede llevar al punto de ebullición (a presión atmosférica), consumiendo 3 kw-h de energía? La temperatura inicial del agua es de 10°C. Se desprecian las pérdidas de calor.

a) 28,6 kg b) 286 g c) 29,6 kg
d) 57,2 g e) 572 g

57. Un sólido uniforme se divide en dos partes de masas m_1 y m_2. Si ambas partes reciben la misma cantidad de calor, la masa m_1 eleva su temperatura en un grado, mientras que la masa m_2 eleva su temperatura en tres grados. La razón de las masas, m_1/m_2, es:

a) 2 b) 3 c) 4
d) 5 e) 1

58. Un calorímetro, cuyo equivalente en agua es de 50 gramos, contiene 300 gramos de agua a la temperatura de 28°C. Si se introducen 20 gramos de hielo a 0°C, ¿cuál será aproximadamente la temperatura final de equilibrio?

a) 18°C b) 22,16°C c) 24°C
d) 28°C e) 30°C

59. Una masa de 20 kg de hielo a 0°C, es sometida a un proceso de calentamiento. Primero se derrite y finalmente queda a la temperatura de 20°C. Suponiendo que no hubo pérdidas de calor, la cantidad de calorías necesarias para este proceso es:
(calor latente defusión del hielo = 80cal/g)

a) $2{,}6.10^5$ b) $4{,}0.10^5$ c) $8{,}0.10^5$
d) $2{,}0.10^6$ e) $2{,}6.10^6$

60. Un sólido de 100g de masa y calor específico 0,2 cal/g°C está a la temperatura de 100°C. Otro sólido también de 100g de masa y calor específico 0,1 cal/g°C está a la temperatura de 70°C. Luego se ponen en contacto ambos cuerpos. Determinar la temperatura de equilibrio (°C). Suponga que los calores específicos permanecen constantes.

a) 90 b) 85 c) 80
d) 75 e) 70

Claves

01.	d
02.	c
03.	e
04.	c
05.	b
06.	c
07.	b
08.	d
09.	c
10.	c
11.	b
12.	d
13.	d
14.	d
15.	c
16.	b
17.	a
18.	c
19.	c
20.	b
21.	d
22.	b
23.	c
24.	b
25.	d
26.	d
27.	e
28.	c
29.	b
30.	c

31.	e
32.	d
33.	e
34.	d
35.	e
36.	c
37.	e
38.	b
39.	b
40.	e
41.	c
42.	e
43.	c
44.	c
45.	b
46.	d
47.	c
48.	b
49.	c
50.	d
51.	a
52.	b
53.	a
54.	d
55.	b
56.	a
57.	b
58.	b
59.	d
60.	a

Capítulo

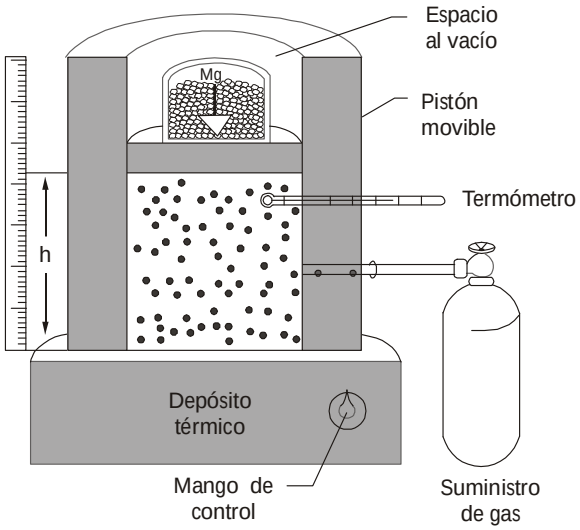
15 TERMODINÁMICA

EL GAS IDEAL

Los gases reales, como oxígeno, nitrógeno y helio, se distinguen entre sí por las relaciones entre sus propiedades termodinámicas, entre ellas la presión y la temperatura. Llegamos así al concepto de ***gas ideal***, es decir, aquel cuyas propiedades representan el comportamiento limitante de los gases reales a una densidad bastante baja.

El gas ideal es una abstracción pero de gran utilidad ya que:

1) Los gases reales –a baja densidad– se aproximan al comportamiento de él y 2) sus propiedades termodinámicas se relacionan entre sí en una forma especialmente simple. En la Física, abundan este tipo de abstracciones y ya encontramos muchas de ellas : las colisiones perfectamente elásticas, las varillas sin masa y las cuerdas no extensibles.



En la figura, se muestra gráficamente un dispositivo que permite estudiar las propiedades de los gases reales y, extrapolando a densidades suficientemente bajas, deducir las propiedades del gas ideal. Un cilindro aislado que descansa sobre un depósito térmico contiene cierta cantidad de gas, que podemos controlar agregando o extrayendo gas por medio del aparato de suministro. La temperatura del depósito –y por tanto la del gas– puede regularse con sólo girar una perilla de control. Un pistón, cuya posición determina el volumen de gas, puede moverse sin fricción hacia arriba y abajo del cilindro. En la parte superior del pistón se agregan o se quitan pesas, mostradas en la figura como balas de plomo; con ello, se obtiene la presión producida por el gas. Así, ejercemos control sobre las variables presión, volumen, temperatura y cantidad de gas (número de moles ***n*** y moléculas ***N***).

Mediante experimentos de laboratorio con gases reales se descubrió que la presión ***p***, su volumen ***V*** y su temperatura ***T***, se relacionan con una buena aproximación a través de:

$$pV = NkT$$

Aquí ***N*** es el número de moléculas contenidas en el volumen ***V***, y ***k*** es una constante denominada ***constante de Boltzmann***. Su valor medido con tres cifras significativas es:

$$k = 1{,}38 \times 10^{-23}\ \mathrm{J/K}$$

La temperatura *T* en la ecuación, siempre debe expresarse en kelvin.

A menudo, conviene más escribir la ecuación en forma un poco diferente, que exprese la cantidad de gas no en función del número de moléculas ***N***, sino en función del número de moles ***n***. Las dos miden la cantidad de gas y se relacionan por medio de: $N = nN_A$, donde N_A es la ***constante de Avogadro***, es decir, el número de moléculas contenidas en un mol de cualquier sustancia. Su valor es :

$$N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \text{moléculas/mol}$$

En función del número de moles, podemos escribir la ecuación así :

$$pV = nRT,$$

donde : $R = k N_A$ es una constante, denominada ***constante molar del gas***. Su valor es:

$$R = 8{,}31 \text{ J/mol.K}$$

PROPIEDADES DEL GAS IDEAL

Describimos las propiedades microscópicas del gas ideal y mostramos que se relacionaban por la ley que los rige (*pV = nRT*). Ahora que hemos aportado las pruebas de que la materia se compone de átomos, vamos a estudiar más a fondo sus propiedades microscópicas. En las secciones restantes del capítulo, recurriremos al gas ideal como el sistema termodinámico de referencia.

1. *El gas ideal consta de partículas que siguen un movimiento aleatorio y que obedecen las leyes del movimiento de Newton*. Las partículas pueden ser átomos individuales o grupos de átomos. En uno y otro caso, les asignaremos el nombre de "moléculas". Éstas se mueven en todas direcciones y con una amplia gama de velocidades.

2. E*l número total de moléculas es "grande"*. Una molécula le imprime momento a una pared de su contenedor cuando rebota contra ella. Suponemos que las moléculas son tantas que la rapidez con que se imprime momento a una superficie A del contenedor es esencialmente constante.

3. *El volumen ocupado por las moléculas es una fracción muy pequeña del que ocupa el gas*. Sabemos que cuando un gas se condensa y adquiere forma de líquido, este último es mucho menor que el gas.

4. *Sobre la molécula no pueden actuar fuerzas salvo durante una colisión, ya sea con las paredes del contenedor, ya sea con otra molécula*. Si seguimos una molécula en particular, veremos que describe una trayectoria zigzagueante formada por segmentos rectos, con velocidad constante entre encuentros impulsivos.

5. *Todas las colisiones son (i) elásticas y (ii) de duración insignificante*. La parte (i) nos indica que la energía cinética total de las moléculas es constante. La parte (ii) nos indica que también lo es la energía potencial total de las moléculas (que pueda intervenir sólo durante una colisión).

En el modelo de gas ideal, suponemos que todas las moléculas de un gas de cierto tipo son idénticas y que, por consiguiente, su masa es idéntica.

PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

En un sistema termodinámico, la ley de conservación de la energía puede expresarse así:

$$\Delta U = Q - W$$

La ecuación anterior, es la formulación de la ***primera ley de la termodinámica***. En esta ecuación:

* Q es la energía transferida (como calor) entre el sistema y su ambiente, debido a una diferencia de temperatura entre ellos. Una transferencia que se efectúe enteramente dentro de la frontera del sistema no queda incluida en Q.
* W es el trabajo hecho en el sistema o por él mediante fuerzas que actúan en su frontera. No se incluye el que realizan fuerzas que operan enteramente dentro de su frontera.
* ΔU_{int} es el cambio de energía interna que ocurre cuando se transfiere energía hacia el sistema o se extrae de él en forma de calor o de trabajo.

Hay varios procesos mediante los cuales un sistema puede llevarse de un estado inicial específico a un estado final también específico. Casi siempre los valores de Q y W serán distintos según el proceso que se escoja. Pero el experimento demuestra lo siguiente: aunque difieran individualmente su diferencia Q - W es la misma en todos los procesos que conectan un estado inicial al estado final. Como se aprecia en la ecuación, ésta es la base experimental para considerar la energía interna U_{int} como una verdadera *función del estado*, es decir, una propiedad tan intrínseca del sistema como la presión, la temperatura y el volumen. Para poner de manifiesto este punto de vista, podemos expresar ***la primera ley de la termodinámica*** en términos formales:

En todo proceso termodinámico entre los estados de equilibrio i y f, la magnitud Q - W tiene el mismo valor para cualquier trayectoria entre i y f. Esta cantidad es igual al cambio de valor de una función de estado llamada energía interna U_{int}.

La primera ley de la termodinámica es un resultado general que está pensada para aplicarse a todos los procesos de la naturaleza que se efectúan entre estados de equilibrio. No es necesario que todas las etapas de proceso estén en dicho estado; basta que lo estén en el inicial y el final. Así, la primera ley puede aplicarse a la explosión de un petardo en un tambor aislado de acero. Podemos explicar el equilibrio de energía antes de la explosión y después que el sistema haya recobrado el equilibrio; en este cálculo, No hay que preocuparse de que la condición intermedia sea turbulenta ni de que la presión y la temperatura no estén bien definidas.

Por convención se considera:

Q(+) cuando el sistema absorbe calor.

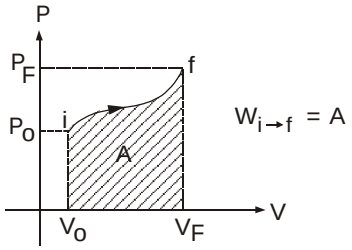
Q(-) cuando el sistema libera calor.

W(+) Cuando el sistema realiza trabajo. (expansión)

W(-) Cuando se realiza trabajo sobre el sistema. (compresión)

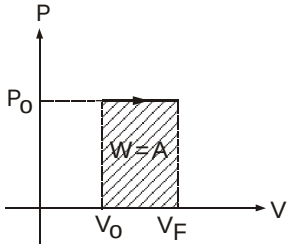
TRABAJO DESARROLLADO POR UN SISTEMA TERMODINÁMICO

En un proceso termodinámico, el área achurada bajo la curva en la gráfica P-V, es numéricamente igual al trabajo desarrollado por el sistema.



PROCESOS TERMODINÁMICOS:

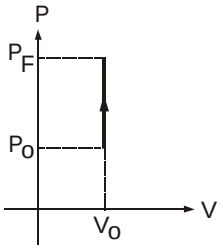
a) Proceso isobárico (P = cte)



* $\Delta U = nC_v\Delta T$
* $W = A = P_o(V_F - V_o)$
* $W = P\Delta V = nR\Delta T$
* $Q = nC_p\Delta T$

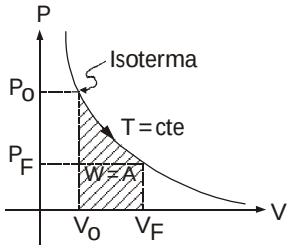
b) Proceso isométrico (V = cte)

En una transformación isométrica la cantidad de calor, recibida por el gas, se dirige por completo a la variación de su energía interna.



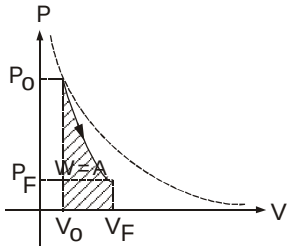
* $\Delta U = nC_v\Delta T$
* $W = A = 0$
* $Q = nC_v\Delta T = \Delta U$

c) Proceso isotérmico (T = cte)
Durante la transformación isotérmica hay que transmitir al gas una cantidad de calor, exactamente igual al trabajo que el gas realiza.



* $\Delta U = 0$
* $W = A = nRT\,Ln(\frac{V_F}{V_o})$
* Q = W

d) Proceso adiabático (Q = 0)
En una expansión adiabática el trabajo realizado por el gas se hace a expensas de su energía interna.



* $\Delta U = -W$
* $W = \frac{P_F V_F - P_o V_o}{1-\gamma}$
* Q = 0

Donde: $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ (Coeficiente de Poisson)

Sistema Gas	C_p	C_v
Monoatómico	$\frac{5}{2}R$	$\frac{3}{2}R$
Diatómico	$\frac{7}{2}R$	$\frac{5}{2}R$

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Un sistema termodinámico cerrado recibe 840 cal, se realiza un trabajo de 3000 J. ¿Cuál es la variación de su energía interna?

a) 120 cal b) 240 cal c) 720 cal
d) 840 cal e) 0,24 cal

02. Un sistema termodinámico pierde 100cal. Hallar la variación de su energía interna si el sistema desarrollo 118 J de trabajo.

a) 418 J b) 536 J c) 218 J
d) 118 J e) 100 J

03. Un gas ideal evoluciona isobáricamente desde un estado (1), $P_1 = 10^4$ Pa, $V_1 = 2m^3$, hasta un estado (2), $V_2 = 8m^3$, si recibe 100 kJ. Hallar la variación de su energía interna.

a) 20 kJ b) 30 kJ c) 40 kJ
d) 50 kJ e) 60 kJ

04. Un gas ideal se expande isobáricamente de 1000 cm^3 a 1500 cm^3 a una presión de 10^5 N/m^2. Si se le entregaron 75 J de calor. Hallar el incremento de la energía interna del gas. (1 cm^3 = 10^{-6} m^3)

a) 5 J b) 15 J c) 25 J
d) 50 J e) 75 J

05. Para calentar cierta cantidad de gas de 20°C hasta 100°C se requieren 400 cal siempre que su volumen permanezca constante. ¿Cuánto aumentará su energía interna en el proceso?

a) 200 cal b) 400 cal c) 500 cal
d) 350 cal e) 250 cal

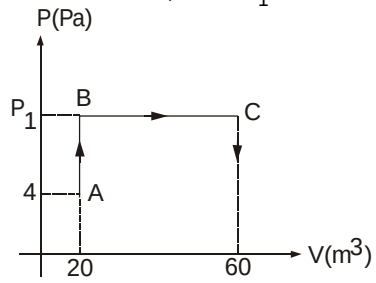
06. Un mol de gas monoatómico ideal se calienta isobáricamente de modo que su temperatura varía en 100K. Hallar el calor total recibido.

a) 1270,2 J b) 2077,5 J c) 3707,4 J
d) 831 J e) 1831 J

07. En un proceso isobárico, 2 moles de un gas monoatómico reciben 831 J de calor. Determinar el incremento de la temperatura del sistema.

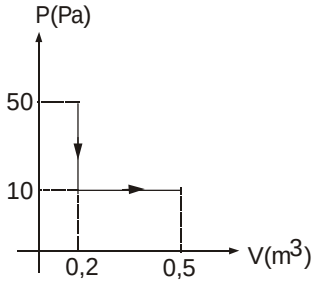
a) 10 K b) 20 K c) 30 K
d) 40 K e) 50 K

08. Sabiendo que el trabajo realizado por un gas en el proceso ABC es 500 J, hallar P_1.



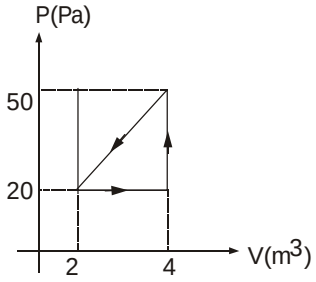
a) 13 Pa b) 12,5 Pa c) 18 Pa
d) 16,5 Pa e) 6 Pa

09. En la gráfica mostrada, determinar el trabajo realizado por el gas en el proceso ABC.



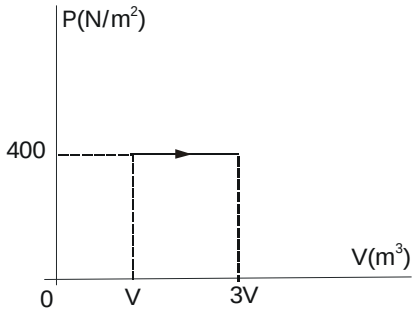
a) 13 J b) -13 J c) -3 J
d) 5 J e) 3 J

10. En el proceso cíclico mostrado, determinar el trabajo neto.



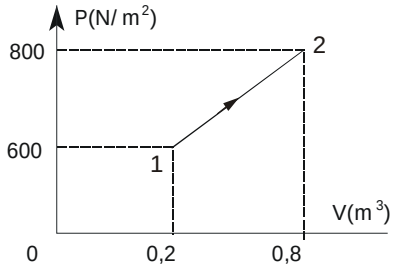
a) -10 kJ b) -20 kJ c) -30 kJ
d) -40 kJ e) -60 kJ

11. Isobáricamente a la presión de 400 Pa, el volumen de un gas ideal se extiende hasta triplicarse, si en este proceso el gas desarrolla un trabajo de 80 J, encuentre el volumen inicial que ocupa el gas.



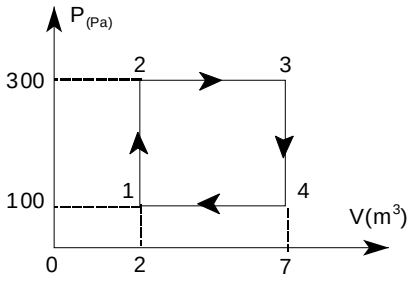
a) 0,05 m^3 b) 0,2 m^3 c) 0,1 m^3
d) 0,5 m^3 e) 5 m^3

12. Se muestra un proceso de expansión que evoluciona de «1» hacia «2» halle el trabajo que produce el gas.



a) 220 J b) 420 J c) 320 J
d) 180 J e) 140 J

13. Dado el ciclo mostrado, encuentre el trabajo en el proceso 1 - 2 - 3.

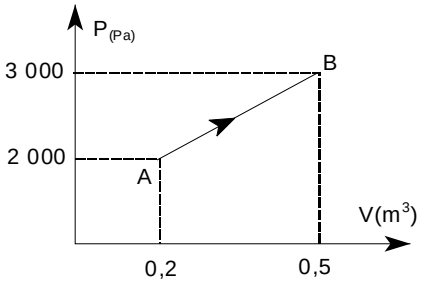


a) 1 200 J b) 4 000 J c) 500 J
d) 1 500 J e) 1 900 J

14. Del problema anterior, halle el trabajo en el proceso 341 y el trabajo neto por ciclo.

a) -500 J; 1 000 J
b) -300 J; 2 000 J
c) -500 J; -1 000 J
d) -300 J; -1 000 J
e) 300 J; -2 000 J

15. En el diagrama P-V se muestra el proceso de «A» hacia «B» de un gas ideal cuando recibe 300 cal, encuentre el incremento de su energía interna.



a) 112 J b) 70 J c) 140 J
d) 504 J e) 208 J

16. En cierto proceso se suministra a cierta sustancia de energía interna de 100 J, una cantidad de calor de 400 J y al mismo tiempo se realiza sobre él un trabajo de 200 J. ¿Cuál es la energía interna final?

a) 100 J b) 700 J c) 500 J
d) 400 J e) 200 J

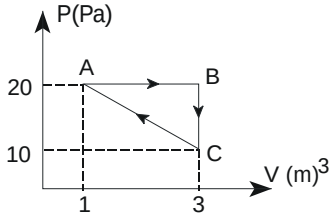
17. ¿Cuánto trabajo externo realiza un gas ideal cuando se expande de un volumen de 5 L a uno de 20 l, contra una presión constante de 2 atmósferas?
Considerar: 1 l = $10^{-3} m^3$
1 atmósfera: $1{,}03.10^5$ pa

a) 3 090 J b) 3 080 J c) 3 060 J
d) 3 050 J e) 3 040 J

18. Un gas se expande isotérmicamente realizando un trabajo de 83,6 J. ¿Cuántas calorías absorbió el gas durante este proceso?
1 Joule : 0,24 cal

a) 60 cal b) 50 cal c) 40 cal
d) 30 cal e) 20 cal

19. La figura representa en una diagrama P - V el ciclo experimentado por un gas. La energía interna en A es 0 J y en B es 15 J. Hallar el calor suministrado por el gas de A a B.

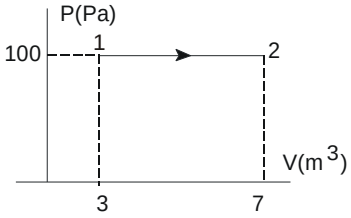


a) 60 J b) 45 J c) 30 J
d) 15 J e) 50 J

20. Del problema anterior si el gas recibe 45 J de B a C. ¿Cuál es la energía interna en C?

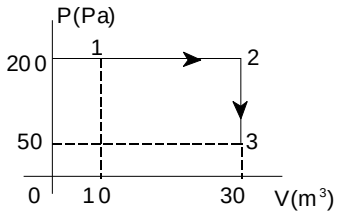
a) 60 J b) 45 J c) 30 J
d) 15 J e) 50 J

21. Un gas ideal posee una energía interna de 450 J en el estado 1. Si dicho gas efectúa una expansión isobárica del estado 1 al estado 2. ¿Cuál será la energía interna que tendrá el gas al final del proceso si en total ganó 500 J de calor?



a) 520 J b) 530 J c) 540 J
d) 550 J e) 560 J

22. El gráfico adjunto corresponde a un gas ideal y corresponde a la dependencia entre la presión y el volumen. ¿Qué trabajo realiza el gas en el proceso de 1 a 2?

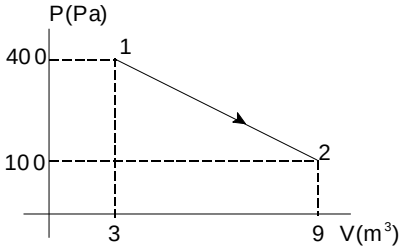


a) 4 kJ b) 5 kJ c) 6 kJ
d) 7 kJ e) 8 kJ

23. Un gas ideal ocupa un volumen inicial de 10 m^3 y a continuación es comprimido isobáricamente hasta adquirir un volumen de 7 m^3. Si la presión fue de 300 Pa. ¿Qué trabajo realizó el gas contra la compresión?

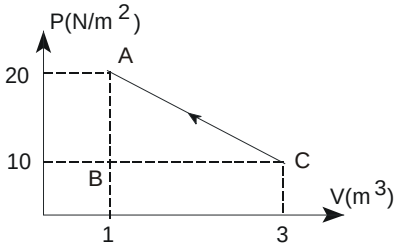
a) -600 J b) -700 J c) -800 J
d) -900 J e) -1 000 J

24. Un gas realiza un proceso tal como se indica en la figura. ¿Qué trabajo realizó el gas al pasar del estado 1 al estado 2?



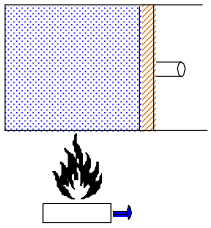
a) 5,5 kJ b) 4,5 kJ c) 3,5 kJ
d) 2,5 kJ e) 1,5 kJ

25. Hallar el trabajo realizado por gas de «C» a «A»



a) -10 J b) -20 J c) -30 J
d) -40 J e) -50 J

26. En el sistema mostrado el gas encerrado recibe 600 J de calor que le permite expandirse realizando un trabajo de 200 J. ¿En cuánto varió su energía interna durante el proceso?

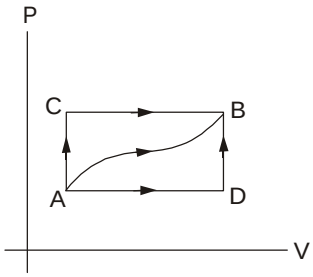


a) 100 J b) 200 J c) 300 J
d) 400 J e) 500 J

27. Al pasar de un estado termodinámico A a otro B un gas ideal recibe 800 cal y realiza un trabajo de 650 cal. Al realizar el mismo proceso por segundos vez realiza un trabajo de 325 cal. Determinar la cantidad de calor que recibió en esta ocasión.

a) 750 cal b) 450 cal c) 475 cal
d) 675 cal e) 1225 cal

28. Cuando un sistema pasa del estado A al B a lo largo de la trayectoria ACB, recibe 20 000 cal y realizada 7500 cal de trabajo. ¿Cuánto calor recibe el sistema a lo largo de la trayectoria ADB, si el trabajo es 2500 cal?



a) 12 000 cal b) 18 000 cal
c) 15 000 cal d) 19 000 cal
e) 22 000 cal

29. Qué porcentaje de aire se deja de respirar al subir a la sierra, donde la temperatura es -3°C y la presión atmosférica es $P = 9/10P_0$. Considerar que en la costa la temperaturas es $T_o = 21°C$ y la presión atmosférica P_0.

a) 1% b) 2% c) 4%
d) 5% e) 8%

30. Cierta cantidad de hidrógeno se encuentra a la temperatura $T_1 = 200K$ y a la presión $P_1 = 400Pa$, el gas se calienta hasta la temperatura $T_2 = 10\,000$ K, a la cual las moléculas de hidrógeno se disgregan por completo en átomos. Determinar el nuevo valor de la presión del gas si su volumen y masa permanecen invariables.

a) 20 kPa b) 40 kPa c) 10 kPa
d) 50 kPa e) 60 kPa

31. Señale las proposiciones correctas:
I. A la misma temperatura, la energía cinética media por molécula es la misma para todos los gases ideales.

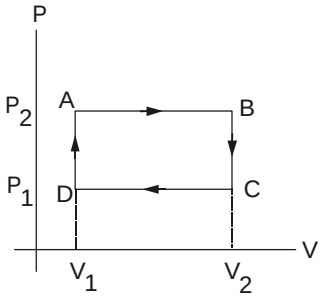
II. A la misma temperatura, la velocidad cuadrática media es la misma para todos los gases ideales.
III. Si la densidad de un gas disminuye manteniendo su presión constante, la velocidad cuadrática media de sus moléculas aumenta.

a) Todas b) I y II c) I y III
d) II y III e) Sólo I

32. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

a) La variación de la energía interna de un gas ideal depende sólo del proceso termodinámico experimentado.
b) La variación de la energía interna de una masa determinada de gas ideal sólo depende de su variación de temperatura.
c) El calor que un gas ideal gana no depende del proceso termodinámico experimentado.
d) El trabajo realizado por un gas ideal no depende del proceso termodinámico experimentado.
e) En un proceso isométrico la variación de la energía interna de un gas es igual al trabajo que realiza.

33. En la figura, se muestra un proceso cíclico, entonces se cumple:



a) Al pasar de A a B el sistema expele calor.
b) Al pasar de D a A el sistema expele calor.
c) Al pasar de B a C el sistema expele calor
d) Al pasar de C a D el sistema gana calor.
e) De A a B el trabajo realizado es $P_1(V_1+V_2)$.

34. Un mol de cierto gas ideal fue calentado isobáricamente en 72,17 K comunicándole una cantidad de calor de 1600 J. ¿Cuál es el incremento de energía interna del gas? R = 8,314 J/mol K.

a) 2 kJ b) 1 kJ c) 1,5 kJ
d) 0,8 kJ e) 0,4 kJ

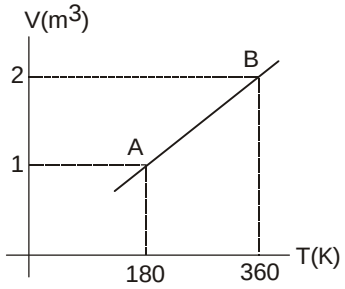
35. En un determinado proceso, se suministran a un sistema 50 000 cal y simultáneamente el sistema se expande contra una presión exterior de $7{,}2.10^5$ Pascales. La energía interna del sistema es la misma al comienzo que al final del proceso. Determinar el incremento de volumen del sistema.

a) 0,78 m^3 b) 0,29 m^3 c) 0,12 m^3
d) 0,68 m^3 e) 2,00 m^3

36. Un gas se expande isotérmicamente, si ha recibido una cantidad de calor igual a de un kilocaloría. Calcular el trabajo que el gas realiza en la expansión.

a) 0,24 J b) 1178 J c) 1427 J
d) 0 J e) 4186 J

37. El gráfico representa el volumen de un gas ideal en función de su temperatura a presión constante de 3N/m^2. Si durante la transformación de A hacia B el gas absorbió 5 calorías. ¿Cuál fue la variación de su energía interna?



a) 2 J b) 2 cal c) 17,93 J
d) 17,93 cal e) 4 J

38. Dos moles de un gas ideal en un cilindro con un pistón, es comprimido adiabáticamente. La fuerza de compresión realiza 4157 J de trabajo en contra del gas. ¿Cuánto aumenta la temperatura del gas, si $\gamma = 1{,}4$?

a) 150°C b) 200°C c) 180°C
d) 100°C e) 180 K

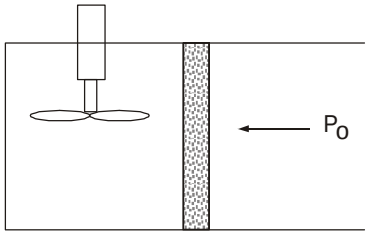
39. A dos moles de un gas ideal que se encontraba a la temperatura de $T_0 = 300K$ se le enfrió isocóricamente, como resultado de lo cual su presión se redujo a la mitad. Luego el gas fue expandido isobáricamente hasta que su temperatura llegó a ser igual a la inicial. Hallar la cantidad neta de calor transferida al gas en este proceso.

a) 100 cal b) 300 cal c) 600 cal
d) 900 cal e) 500 cal

40. En un cilindro vertical cerrado por ambos extremos, se encuentra un émbolo de fácil movilidad, en cada lado del cual hay 1 mol de gas ideal en estado de equilibrio. Cuando la temperatura es $T_0 = 300K$, el volumen de la parte superior es 4 veces el de la parte inferior. ¿A qué temperatura la relación de estos volúmenes llegará a ser 3?

a) 337,5 K b) 450,78 K c) 421,87 K
d) 472,87 K e) 400 K

41. Un gas ideal está encerrado por un pistón liso cuya sección es de $0{,}3m^2$ si el gas se extiende de manera que el pistón avanza 8cm y el ventilador proporciona un trabajo de 0,8 KJ, encuentre el trabajo neto. $P_o = 105N/m^2$.



a) 1,6 KJ b) 1,2 KJ c) 1,0 KJ
d) 0,5 KJ e) 3,2 KJ

42. En un recipiente hermético de capacidad V = 11,2 dm^3 hay aire a la presión $P = 10^5$ Pa. ¿Qué cantidad de calor es necesario comunicar al aire para que la presión en el recipiente se triplique?
La capacidad calorífica molar del aire a volumen constante es $C_v = 21\,J/(mol.K)$.

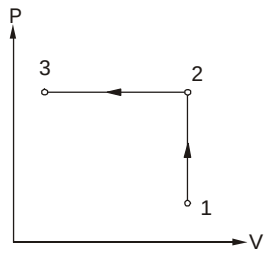
a) 5470 J b) 6480 J c) 3400 J
d) 2800 J e) 7600 J

43. En un cilindro de sección S = 250 cm^2 hay m = 10 g de nitrógeno comprimido por un émbolo sobre el cual descansa una pesa de masa M = 12,5 kg. ¿Qué trabajo realizará este gas si se calienta desde $t_1 = 25^o C$ hasta $t_2 = 625^o C$?

La presión atmosférica $P_o = 10^5$ Pa.

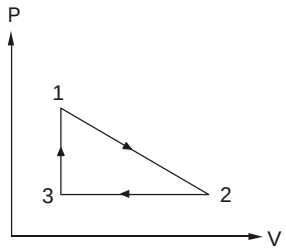
a) 1616 J b) 1715 J c) 1817 J
d) 1980 J e) 1650 J

44. Un mol de gas perfecto se hace pasar del estado 1 al estado 3, siguiendo la isócora 1-2 y después la isóbara 2-3. En la isócora se comunica al gas la misma cantidad de calor Q = 3675J que se desprende en la isóbara. Hallar la temperatura final del gas. La temperatura inicial de éste era $t_1 = 27^o C$. La capacidad calorífica molar del gas a volumen constante es $C_V = 21\,J/(mol.K)$.



a) 32°C b) 56°C c) 64°C
d) 62°C e) 77,2°C

45. Un gas ideal realiza el ciclo 1231. El trabajo realizado por el gas en este ciclo es:



a) $(1/2)(P_1 + P_2)(V_2 - V_3)$
b) $(1/2)(P_1 + P_3)(V_2 + V_3)$
c) $(1/2)(P_1 + P_3)(V_2 + V_3)$
d) $(1/2)(P_1 - P_3)(V_2 - V_3)$
e) 0

46. Calcular en el trabajo en joules que realiza un gas ideal cuando se calienta isobáricamente desde los 27ºC hasta 87ºC, si se encuentra dentro de un recipiente cerrado por un émbolo móvil. El volumen inicial es de 5 litros y la presión atmosférica es 1,033 kg-f/cm^2.

a) 11,4 b) 112,4 c) 103,3
d) 140 e) 0

47. Un gas ideal se encuentra en un recipiente cerrado. La presión del gas aumenta en un 0,4% al calentar el gas en 1ºC.
La temperatura inicial del gas era :

a) 0,250ºC b) 125ºC c) 250ºC
d) F. D. e) 2,50ºC

48. Un gas ideal realiza un ciclo de Carnot. La expansión isotérmica ocurre a 250ºC y la compresión isotérmica tiene lugar a 50ºC. Si el gas absorbe 1200 J de calor durante la expansión isotérmica, entonces, el trabajo neto, en Joules, realizado por el gas en cada ciclo es : (no considere decimales).

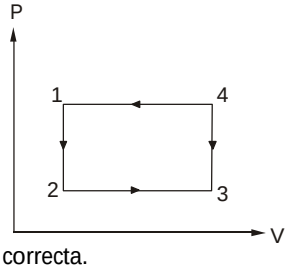
a) 629 b) 539 c) 489
d) 459 e) 369

49. Indicar la expresión incorrecta :

a) El calor es la energía que se intercambia entre dos cuerpos en contacto debido a la diferencia de temperaturas.
b) El calor puede transmitirse en forma espontánea de un cuerpo caliente a otro frío y viceversa.
c) En un proceso isotérmico realizado por un gas ideal, si se hace trabajo sobre el gas es necesario que el gas entregue calor a los alrededores para mantener la temperatura constante.
d) La primera ley de la termodinámica es la ley de conservación de la energía.

e) La máquina de Carnot de eficiencia 100% necesitaría de un reservorio de calor frío a cero grados Kelvin.

50. Respecto a las siguientes afirmaciones :
I. Muestras diferentes de un mismo material tienen la misma capacidad calorífica.
II. En el diagrama de la figura correspondiente a un gas ideal, la energía interna en 1 es mayor que en 2.
III. En el mismo diagrama, el trabajo total en el ciclo es positivo.
Se puede decir que :

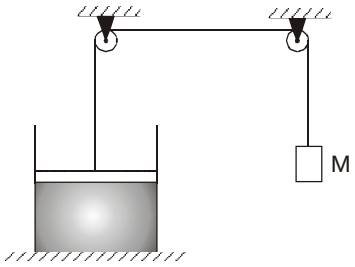


a) Sólo I es correcta.
b) Sólo II es correcta.
c) Sólo I y III son correctas.
d) Sólo I y II son correctas.
e) Sólo II y III son correctas.

51. Un submarinista emplea el tiempo $T_1 = 10$ min en inspeccionar los deterioros de la parte sumergida de un barco. En este tiempo, la presión en el balón de acualong, que inicialmente era $P_1 = 150$ atm $(1{,}5.10^7$ Pa), desciende 20%. Después, el submarinista empieza a hacer las reparaciones y el gasto de aire aumenta vez y media. ¿Al cabo de cuánto tiempo "T" de haber sumergido tiene que terminar su trabajo dicho submarinista, si la presión no debe descender a menos de $P_2 = 30$ atm $(0{,}3.10^7$ Pa)?

a) 15 min b) 10 min c) 20 min
d) 30 min e) 40 min

52. En un cilindro, bajo el émbolo, cuya área S = 100 cm^2, se encuentra m = 28 g de nitrógeno a la temperatura $t_1 = 100^o C$.
Al émbolo, por medio de un sistema de poleas, está colgada una pesa de masa M = 50 kg. El cilindro se enfría hasta $t_2 = 0^o C$. ¿A qué altura Δh se elevará la pesa?
La presión atmosférica $P_o = 10^5$ Pa. La masa del émbolo se desprecia.



a) 120 cm b) 136 cm c) 164 cm
d) 202 cm e) 184 cm

53. En un cilindro vertical de sección S, debajo del émbolo, cuya masa es "m", hay aire a la temperatura T_1. Cuando sobre el émbolo se coloca una pesa de masa M, la distancia desde él hasta el fondo del cilindro disminuye "n" veces. ¿Cuánto se elevará la temperatura del aire en el cilindro?
La presión atmosférica es igual a P_o.

a) $T_1 \frac{[Mg/S-(n-1)(P_O+mg/S]}{n(P_O+mg\,S)}$

b) $T_1 \frac{[Mg/S-(n+1)(P_O+mg/S)]}{n(P_O+mg\,S)}$

c) $T_1 \frac{Mg}{SP_O}$

d) $T_1 \frac{P_O}{mg\,S}$

e) $T_1 \frac{Mg}{SP_O} \frac{(n+1)}{n}$

54. En un cilindro vertical de sección S, debajo del émbolo, cuya masa es "m", hay aire. Sobre el émbolo se encuentra una pesa. Si se quita dicha pesa, el volumen que ocupa el aire que hay debajo del émbolo se duplica y la temperatura de dicho aire se hace dos veces menor. Determinar la masa de la pesa M. La presión atmosférica es igual a P_o. g: aceleración de la gravedad.

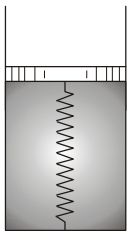
a) $1(m+\frac{PoS}{g})$ b) $2(m+\frac{PoS}{g})$

c) $3(m+\frac{PoS}{g})$ d) $4(m+\frac{PoS}{g})$

e) $5(m+\frac{PoS}{g})$

55. En un cilindro vertical hay una masa "m" de gas. El gas está separado de la atmósfera por un émbolo unido con el fondo del cilindro por medio del muelle, cuya rigidez es "k". A la temperatura T_1, el émbolo se encuentra a la distancia "h" del fondo del cilindro. ¿Hasta qué temperatura T_2 hay que calentar el gas para que el émbolo se eleve hasta la temperatura H?

La masa molar del gas es igual a "μ".



a) $T_1\frac{H}{h}+\frac{\mu k H(H-h)}{mR}$

b) $T_1+\frac{\mu k H(H-h)}{mR}$

c) $T_1\frac{H}{h}+\frac{\mu k H(H+h)}{mR}$

d) $T_1\frac{h}{H}+\frac{\mu k H(H-h)}{mR}$

e) $T_1+\frac{\mu k H^2}{mR}$

56. Unos recipientes, cuyas capacidades son $V_1 = 200\ cm^3$ y $V_2 = 100\ cm^3$, se comunican entre sí por un tubo corto en el cual hay un tabique termoaislante poroso. Mediante este tabique se establecen presiones iguales en los recipientes. El sistema se halla a la temperatura t_o = 27ºC y contiene gas a la presión $P_o = 10^5$ Pa. ¿Qué presión se establecerá en dicho sistema si el recipiente menor se introduce en hielo a la temperatura $t_2 = 0^oC$ y la mayor, en vapor a la temperatura $t_1 = 100^oC$?

Despreciar la dilatación de los recipientes.

a) 6.10^4 Pa b) 8.10^4 Pa c) 9.10^4 Pa
d) 11.10^4 Pa e) 13.10^4 Pa

57. Un cilindro vertical, cerrado por ambos extremos, está dividido por un émbolo pesado termoaislante en dos partes : las dos partes del cilindro contienen la misma cantidad de aire. Cuando la temperatura del aire es la misma en ambas partes, $T_1 = 400\,K$, la presión P_2 en la parte inferior es dos veces mayor que la presión P_1 en la parte superior. ¿Hasta qué temperatura T_2 hay que calentar el aire en la parte inferior para que los volúmenes de las partes superior e inferior se hagan iguales?

a) 500 K b) 550 K c) 600 K
d) 700 K e) 750 K

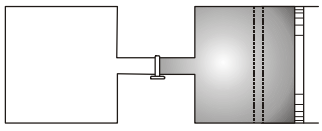
58. Un cilindro vertical está dividido en dos partes iguales por un émbolo pesado termoaislante que puede deslizarse sin rozamiento. En la mitad superior del cilindro hay hidrógeno a la temperatura T y la presión P, y en la parte inferior, oxígeno a la temperatura 2T. Si el cilindro se invierte, para que el émbolo siga dividiendo el cilindro en dos partes iguales, hay que enfriar el oxígeno hasta la temperatura T/2. La temperatura del hidrógeno sigue siendo la misma que antes (T). Determinar la presión del oxígeno en los casos primero y segundo.

a) 4P/5, 6P/5 b) 6P/5, P/5
c) 7P/5, 3P/5 d) P/5, 9P/5
e) 8P/5, 2P/5

59. Los émbolos de dos cilindros iguales están rígidamente unidos entre sí de manera que los volúmenes que hay debajo de ellos son también iguales. Dentro de cada cilindro se ha introducido la misma masa de aire a la temperatura T.
Después, uno de los cilindros se calienta hasta la temperatura T_1 y el otro se mantiene a la temperatura T. ¿Qué presiones habrá en los cilindros?
La presión atmosférica es igual a P_o. Las masas de los émbolos despréciense.

a) $\frac{2P_o}{1+T/T_1}$, $\frac{2P_o}{1+T_1/T}$
b) $2P_o$, $2P_o$
c) $\frac{P_o}{T}T_1$, $\frac{P_o}{T_1}T$
d) $3P_o\frac{T_1}{T}$, $3P_o\frac{T}{T_1}$
e) $4\,P_o$, $4\,P_o$

60. Un cilindro, cerrado por un émbolo, se comunica, por medio de un tubo corto, delgado, provisto de llave de paso, con un recipiente del cual se ha extraído el aire. Estando cerrada la llave, se introduce debajo del émbolo cierta cantidad de gas "v". El volumen que ocupa este gas en el cilindro es igual a la capacidad del recipiente. ¿Qué parte del gas permanecerá en el cilindro después de abrir la llave de paso? La temperatura del gas en el cilindro es $t_1 = -173^oC$ y en el recipiente, $t_2 = 127^oC$.



a) $\frac{1}{6}V$ b) $\frac{1}{8}V$ c) $\frac{1}{2}V$
d) $\frac{3}{4}V$ e) $\frac{1}{4}V$

55. En un recipiente térmicamente aislado, se ha practicado un vacío profundo. Este recipiente está rodeado por un gas perfecto monoatómico cuya temperatura es T_o. En cierto instante, se abre una llave y el recipiente se llena de gas. ¿Qué temperatura T tendrá el gas en el recipiente después de que éste se haya llenado?

(Considerar 1 atmósfera $\cong 10^5 N/m^2$).

a) 200 J b) 300 J c) 450 J
d) 350 J e) 100 J

60. Diga, si cada una de las siguientes afirmaciones es correcta o no :

I. La temperatura es proporcional a la cantidad de energía calorífica que tiene un cuerpo.
II. La temperatura es directamente proporcional al valor promedio de la energía cinética de las moléculas.
III. La velocidad promedio de las moléculas es directamente proporcional a la temperatura.

a) Sólo I es correcta.
b) Sólo II es correcta.
c) Sólo III es correcta.
d) Sólo I y II son correctas.
e) Sólo I y III son correctas.

Claves

01.	a
02.	b
03.	c
04.	c
05.	b
06.	b
07.	b
08.	b
09.	e
10.	c
11.	c
12.	b
13.	c
14.	a
15.	d
16.	a
17.	a
18.	e
19.	b
20.	b
21.	d
22.	a
23.	d
24.	e
25.	c
26.	d
27.	c
28.	c
29.	b
30.	b

31.	c
32.	b
33.	c
34.	b
35.	b
36.	e
37.	c
38.	d
39.	c
40.	c
41.	e
42.	a
43.	b
44.	e
45.	d
46.	c
47.	c
48.	d
49.	b
50.	b
51.	d
52.	c
53.	a
54.	c
55.	a
56.	c
57.	d
58.	e
59.	a
60.	d

Capítulo

16

CARGA ELÉCTRICA
FUERZA ELÉCTRICA

CARGA ELÉCTRICA

Es aquella propiedad de la materia por la cual protones y electrones interactúan atrayéndose o repeliéndose, en cambio los neutrones carecen de ésta propiedad, se dice que son partículas neutras.

$$\Rightarrow |q_{e^-}| = |q_{p^+}| = 1{,}6.10^{-19}\,C \quad \{\text{Carga elemental}\}$$

LA CARGA ELÉCTRICA ESTÁ CUANTIZADA

Cuando transferimos carga eléctrica de un objeto a otro, la transferencia no puede efectuarse en unidades arbitrariamente pequeñas. En otras palabras, el flujo de carga como corriente no es continuo, sino que consta de elementos discretos. Los experimentos demuestran que la carga eléctrica siempre existe sólo en cantidades que son múltiplos enteros de cierta magnitud elemental de carga ***e***. Es decir,

$$q = n|e^-| \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...$$

donde

$$e = 1{,}602 \,.\, 10^{-19}\ C$$

La carga elemental ***e*** es una de las constantes fundamentales de la naturaleza.

PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA ELÉCTRICA

En todo sistema cerrado la carga neta del sistema permanece constante, sin importar que tipo de proceso ocurra dentro del sistema (mecánico químico, nuclear, etc). La carga neta viene a ser la suma algebraica de las cargas de los componentes del sistema.

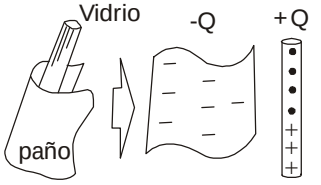
$$Q_{neta} = \sum q = q_1 + q_2 + q_3 + ... = \text{constante}$$

ELECTRIZACIÓN

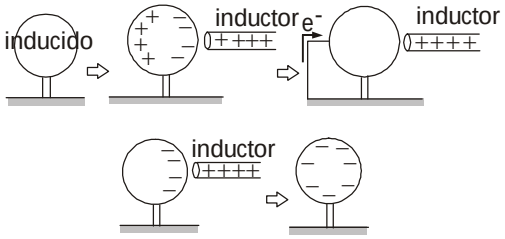
Es aquel proceso por el cual los cuerpos adquieren una carga neta, los cuerpos que poseen exceso de electrones están electrizados negativamente y los que tenga déficit de electrones se hallan electrizados positivamente.

MÉTODOS DE ELECTRIZACIÓN

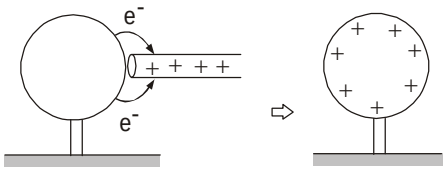
1. ***Por Frotamiento***: cuando dos cuerpos adecuados se frotan vigorosamente uno de ellos cede y el otro gana electrones, de tal forma que al final los dos objetos quedan electrizados con cargas de igual valor y signo contrario.



2. ***Por Inducción***: este procedimiento de electrización requiere de un objeto conductor neutro y aislado (el inducido), y de otro objeto previamente cargado (el inductor); el inductor es acercado al inducido sin tocarlo, verificándose que el inducido experimentará separación de cargas, entonces éste es conectado a tierra por un alambre conductor por el cual subirán o bajaran electrones tal que el inducido adquirirá una carga de signo contrario al del inductor, finalmente el inductor es alejado del inducido que ya esta cargado.

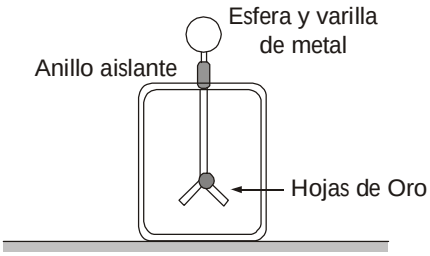


3. ***Por contacto:*** en este caso el inductor toca al inducido de tal forma que entre ellos ocurre una transferencia de electrones, luego de la separación se observa que el inducido adquirirá una carga de igual signo que el inductor.



ELECTROSCOPIO

Este dispositivo se utiliza en los laboratorios para detectar la presencia de cuerpos cargados y también para comparar el valor relativo de dos cargas, este instrumento no puede indicarnos el signo de la carga presente; esta constituido por los siguientes elementos:



Cuando un cuerpo cargado se acerca a la esfera del electroscopio, por inducción, las hojas de oro se electrizan con cargas de igual signo y por repulsión se separan formando cierto ángulo que dependerá de la magnitud de la carga del cuerpo acercado.

CARGA PUNTUAL: Se denomina así a los cuerpos electrizados cuyo tamaño geométrico es despreciable en comparación con la distancia a otros cuerpos cargados.

LEY CUALITATIVA DE LAS CARGAS

Se verifica experimentalmente que las cargas de la misma naturaleza (igual signo), se repelen y las de distinta naturaleza (diferente signo), se atraen.

LEY CUANTITATIVA DE LAS CARGAS (LEY DE COULOMB)

LEY DE COULOMB

Hasta ahora, en este capítulo, hemos establecido que existen dos clases de carga eléctrica y que las cargas ejercen fuerza una sobre otra. Ahora nuestro objetivo es entender la naturaleza de esta fuerza.

Los primeros experimentos cuantitativos exitosos con que se estudió la fuerza entre cargas eléctricas fueron realizados por Charles Augustin Coulomb (1736-1806), quien midió las atracciones y repulsiones eléctricas deduciendo la ley que las rige. Los experimentos de Coulomb y de sus contemporáneos demostraron que la fuerza eléctrica ejercida por un cuerpo cargado sobre otro depende directamente del producto de sus magnitudes e inversamente del cuadrado de su separación. En otras palabras,

$$F \alpha \frac{|q_1|\,|q_2|}{r^2}$$

Aquí, ***F*** es la magnitud de la fuerza mutua que opera sobre las dos cargas $\boldsymbol{q_1}$ y $\boldsymbol{q_2}$, y ***r*** la distancia entre sus centros. La fuerza en una carga debido a la otra actúa en la línea que las conecta. Tal como se establece la tercera ley de Newton, la fuerza ejercida por q_1 sobre q_2 tiene la misma magnitud pero dirección opuesta a la fuerza ejercida por q_2 sobre q_1, a pesar de que la magnitud de las cargas puede ser distinta.

Para convertir la proporcionalidad anterior en una ecuación, se introduce una constante de proporcionalidad K, que llamaremos constante de Coulomb. Para la fuerza entre las cargas, obtenemos así:

$$F = K \frac{|q_1|\,|q_2|}{r^2}$$

Esta ecuación es conocida como *ley de Coulomb*, generalmente se cumple exclusivamente con objetos cargados cuyo tamaño es mucho menor que la distancia entre ellos. A menudo se dice que esta ecuación se aplica sólo a cargas puntuales. En el Sistema Internacional de Unidades, la constante K se expresa de la siguiente manera:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Aunque la selección de esta forma de la constante K parece hacer innecesariamente compleja la ley de Coulomb, pero termina por simplificar las fórmulas del electromagnetismo que se emplean más que la ley.

La constante ϵ_o, que se conoce como constante eléctrica (o permitividad), tiene un valor que depende del valor de la velocidad de la luz. Su valor exacto es:

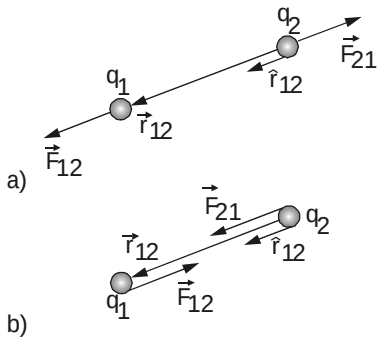
$$\epsilon_o = 8{,}85418781762.10^{-12} C^2 / N\ m^2$$

La constante de Coulomb K tiene el valor correspondiente:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} = 8{,}99.10^9 N\ m^2 / C^2$$

Con esta selección de la constante K, la ley de Coulomb puede escribirse así:

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \frac{|q_1|\,|q_2|}{r^2}}$$



a) Dos cargas puntuales q_1 y q_2 del mismo signo ejercen fuerzas iguales y opuestas de repulsión una sobre otra. El vector $\vec{r}_{12}$ sitúa q_1 en relación con q_2, y el vector unitario $\hat{r}_{12}$ señala en la dirección de $\vec{r}_{12}$. Nótese que $\vec{F}_{12}$ es paralelo a $\vec{r}_{12}$. b) Ahora las dos cargas tienen signos opuestos y la fuerza es de atracción. Adviértase que $\vec{F}_{12}$ es antiparalela a $\vec{r}_{12}$.

La forma vectorial de la ley de Coulomb es útil porque contiene la información direccional alrededor de $\vec{F}$ e indica si la fuerza atrae o repele.

$$\boxed{\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + ...}$$

Esta ecuación es la representación matemática del principio de superposición aplicado a las fuerzas eléctricas. Establece que la fuerza que opera sobre una carga debido a otra no depende de la presencia o ausencia de otras cargas; por tanto, puede calcularse por separado en cada par de cargas y luego servirse de su suma vectorial para obtener la fuerza neta en cualquiera de ellas.

DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA

Hasta ahora hemos visto cómo calcular las fuerzas debidas a cargas puntuales. Pero en muchas aplicaciones las fuerzas son ejercidas por objetos cargados, como varillas, placas o sólidos. Para simplificar la exposición supondremos que los objetos son aislantes y que la carga se esparce por su superficie, o volumen.

* En algunas situaciones, las cargas se distribuyen en una dimensión. En este caso expresamos la densidad lineal de carga (carga por unidad de longitud). λ, cuya unidad básica es C/m.

$$\boxed{\lambda = \frac{q}{L}}$$

De modo que una carga total "q" se distribuya uniformemente por su longitud L.

* En otros casos la carga podría estar distribuida en una superficie bidimensional. En este caso, la densidad superficial de carga (carga por unidad de superficie) "σ", medida en la unidad de C/m^2 del SI. Entonces "q" se distribuye uniformemente en un área de superficie A.

$$\boxed{\sigma = \frac{q}{A}}$$

La carga también podría distribuirse en todo el volumen de un objeto tridimensional. En tal caso se utiliza la densidad volumétrica de carga (carga por unidad de volumen), ρ cuya unidad es C/m^3 en el SI. Entonces:

$$\boxed{\rho = \frac{q}{V}}$$

"q" se distribuye uniformemente en todo el volumen V.

UN CASO ESPECIAL

Existe un caso especial en el cual una distribución de carga continua puede tratarse como carga puntual, lo cual permite aplicar la ley de Coulomb en su forma de carga puntual. Se presenta cuando la carga se distribuye con simetría esférica. Dicho de otra manera, la densidad de carga volumétrica puede variar con el radio, pero la densidad es uniforme en un cascarón delgado sin importar su radio.

Un cascarón esférico de carga uniforme no ejerce fuerza electrostática sobre una carga puntual ubicada en cualquier parte del interior del cascarón.

Un cascarón esférico uniformemente cargado ejerce fuerza electrostática sobre una carga puntual ubicada fuera de dicho cascarón, como si la carga entera del cascarón estuviese concentrada en una carga puntual en su centro.

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Frotando una varilla de vidrio ésta adquiere una carga de 3μC. ¿Qué cantidad de electrones perdió el vidrio?

a) $6{,}25.10^{18}$ b) $12{,}4.10^{18}$
c) $1{,}875.10^{13}$ d) $2{,}425.10^{20}$
e) $2{,}4.10^{18}$

02. Al frotar una varilla de caucho ésta adquiere una carga de $-8\,\mu C$. ¿Qué cantidad de electrones gano?

a) $1{,}6.10^{16}$ b) 50.10^{-15} c) 5.10^{13}
d) $12{,}8.10^{-13}$ e) 16.10^{15}

03. Una partícula inicialmente cargada con $20\,\mu C$, gana por frotamiento 2.10^{14} electrones. ¿Cuál es la carga final?

a) $52\,\mu C$ b) $40\,\mu C$ c) $0\,\mu C$
d) $-12\,\mu C$ e) $-52\,\mu C$

04. Una sustancia tenía una carga eléctrica de -10^{-4}C, y pierde, por frotamiento 5.10^{15} electrones. ¿Cuál es su carga final?

a) $500\,\mu C$ b) $600\,\mu C$ c) $700\,\mu C$
d) $-900\,\mu C$ e) $-700\,\mu C$

05. Sea e^- la magnitud de la carga elemental; se tienen 2 esferas conductoras (A) y (B) de igual tamaño, y con cargas iniciales de: $q_A = +60\,\bar{e}$ y $q_B = -42\,\bar{e}$; se tocan por un tiempo y se separan. ¿Cuántos electrones ganó y perdió la esfera (A) hasta el equilibrio eléctrico?

a) Perdió 51 electrones.
b) Ganó 51 electrones.
c) Ganó 69 electrones.
d) Perdió 69 electrones.
e) Ganó 33 electrones.

06. Al poner en contacto dos cargas puntuales con $+50\,\mu C$ y $-82\,\mu C$ respectivamente, existe un reordenamiento de cargas. Determinar el número de electrones que ganó o perdió el cuerpo que estaba cargado con $+50\,\mu C$

a) 10^{-19} b) 16.10^{20} c) 10^{19}
d) 10^{20} e) $1{,}6.10^{-19}$

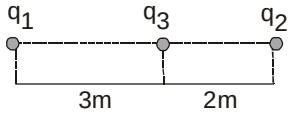
07. Dos partículas cargadas se atraen entre sí con una fuerza F. Si la carga de una de ellas se duplica y la distancia entre ellas también se duplica, entonces la nueva fuerza será:

a) F/2 b) 2F c) F/4
d) 4F e) F

08. Dos cargas puntuales se repelen con una fuerza de 5N. Si una de las cargas se duplica y la distancia se reduce a la mitad. Hallar la variación de la fuerza que sufren las cargas.

a) 15 N b) 20 N c) 35 N
d) 40 N e) 55 N

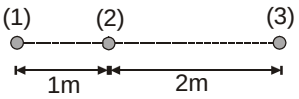
09. En el gráfico mostrado, calcular la fuerza resultante sobre la carga q_3. $q_1 = q_2 = q_3 = 10^{-4}$ C.



a) 7,5 N b) 10 N c) 12,5 N
d) 15 N e) 17,5 N

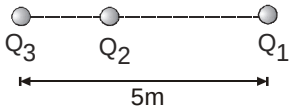
10. Calcular la fuerza electrostática resultante que actúa sobre la esfera (3).

$q_1 = +150\,\mu C$; $q_2 = +40\,\mu C$; $q_3 = -60\,\mu C$



a) 7,2 N b) 3,6 N c) 1,3 N
d) 14,4 N e) 28,5 N

11. De la figura. Calcular a que distancia de Q_1 una carga Q_2 no experimenta fuerza resultante.
Si: $Q_1 = +4.10^{-4}$ C; $Q_3 = +9.10^{-4}$C

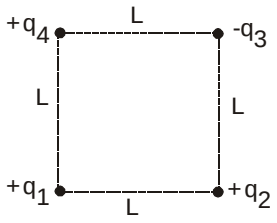


a) 1 m b) 2 m c) 3 m
d) 4 m e) 2,5 m

12. Determinar la posición de una carga situada en la línea que pasa por dos cargas puntuales de $+50\,\mu C$ y $-18\,\mu C$. Separadas 40cm; de tal manera que todo el sistema se encuentre en equilibrio. (Dar como respuesta la distancia a la carga positiva).

a) 60 cm b) 80 cm c) 30 cm
d) 40 cm e) 100 cm

13. Hallar la fuerza eléctrica resultante sobre "q_1". Si los valores de las cargas son: $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 4/3\ 10^{-9}$C. La figura es un cuadrado de lado L = 2cm.



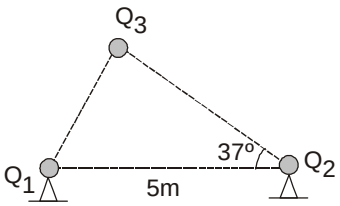
a) $7{,}66.10^{-5}$ N b) $3{,}66.10^{-5}$ N
c) $1{,}88.10^{-5}$ N d) $9{,}45.10^{-5}$ N
e) 4 N

14. Cargas puntuales de 2.10^{-9}C están situadas en 3 vértices de un cuadrado de 0,20m de lado. ¿Qué fuerza actúa sobre una carga puntual de 10^{-9}C que está colocada en el centro del cuadrado?

a) 9.10^{-7} N b) 9.10^{-9} N c) 9.10^{-6} N
d) 9.10^{-8} N e) 9.10^{-4} N

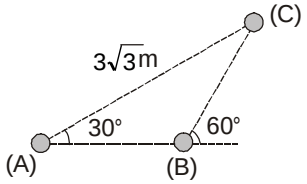
15. En la figura, determinar la fuerza eléctrica resultante sobre la carga Q_3.

Q_1 = -9 μC
Q_2 = 32 μC
Q_3 = 1mC



a) $9\sqrt{3}$N b) 18 N c) $5\sqrt{2}$N
d) $9\sqrt{5}$ N e) 21 N

16. Encontrar la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre la esfera ubicada en (B) si: $q_A = -125\ \mu C$; $q_B = +40\ \mu C$; $q_C = +75\ \mu C$.

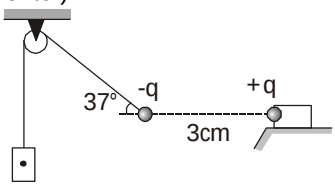


a) 3 N b) 5 N c) 7 N
d) 9 N e) 12 N

17. En tres vértices consecutivos de un hexágono regular de 2cm de lado se ubican puntuales de $+2/3.10^{-9}$ C y en los 3 restantes cargas de $-2/3.10^{-9}$ C. ¿Qué fuerza actúa sobre una carga de $4/3\ 10^{-9}$ C ubicada en el centro del hexágono?

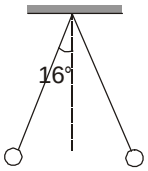
a) 4.10^{-5} N b) 8.10^{-5} N c) $4\sqrt{3}.10^{-5}$ N
d) 4.10^{-5} N e) 6.10^{-5} N

18. El bloque de 5 kg mantiene a la esfera de carga q en la posición mostrada unidos por una cuerda aislante, hallar: q. ($g = 10m/s^2$)



a) 1 μC b) 2 μC c) 4 μC
d) 5 μC e) 8 μC

19. Dos esferas similares de masa 4,2 g cuelgan de hilos aislantes, las esferas tienen cargas $q = 1\ \mu C$, iguales. Si en la posición mostrada en la figura las esferas están en equilibrio. Determine la distancia de separación entre las esferas. ($g = 10m/s^2$).

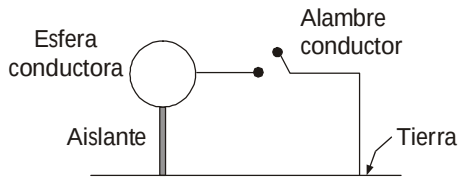


a) 2/3 m b) 3/4 m c) 4/5 m
d) 5/6 m e) 6/7 m

20. En los vértices de un triángulo de lado "L" se colocan cargas "q". Si en el centro del triángulo se coloca la carga "-Q". Hallar la relación entre "q" y "Q", para que la fuerza eléctrica resultante sobre cualesquiera de las cargas positivas sea nula.

a) $\sqrt{3}$ b) $1/\sqrt{3}$ c) 2
d) 1/2 e) 3

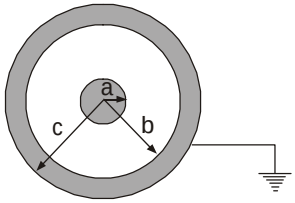
21. La figura muestra una esfera conductora, un aislante, un alambre conductor y un interruptor. Indicar las proposiciones verdaderas:



I. Si la esfera estuviera cargada positivamente y se cierra el interruptor, subirán electrones de tierra hacia la esfera por el alambre conductor.
II. Si la esfera estuviera cargada negativamente y se cierra el interruptor, aparecería un flujo de electrones hacia tierra por el alambre conductor.
III. Si la esfera estuviera descargada y se cierra el interruptor, entonces se carga negativamente la esfera.

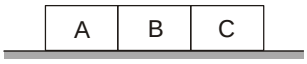
a) II y III b) Sólo II c) I y II
d) Todas e) Sólo I

22. Se tiene una esfera maciza conductor cargada con +Q de radio "a", rodeada por un cascarón esférico conductor concéntrico de radios "b" y "c" inicialmente descargado y si lo conectamos a tierra, entonces:



a) El cascarón esférico quedara con carga positiva "Q".
b) Al final del proceso la carga total del cascarón es cero.
c) La carga total del sistema cascarón y esfera maciza será cero.
d) La superficie de radio "b" queda electrizada con +Q.
e) Al final ni el cascarón esférico ni la esfera maciza tendrán carga neta.

23. Tres bloques metálicos en contacto descansan sobre una mesa de plástico. Ahora colocamos dos objetos con fuertes cargas positivas, una a cada lado de la línea de los bloques, muy próximos, pero sin tocarlos. A continuación con una barra aislante (descargada) se separan los bloques, manteniendo los objetos cargados en su posición. Finalmente se retiran éstos. Luego podemos afirmar:
I. El cuerpo A queda cargado negativamente.
II. El cuerpo C queda cargado positivamente.
III. Los bloques A y C ceden protones a B.

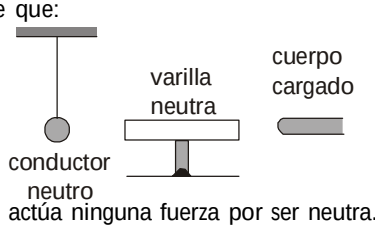


a) Sólo II b) Sólo I c) Todas
d) I y II e) II y III

24. Señale verdadero (V) o falso (F):
I. Un dieléctrico es un cuerpo o sustancia que no posee partículas cargadas libres para la conducción de corriente eléctrica.
II. Un dieléctrico no se puede electrizar.
III. Los dieléctricos no poseen carga.

a) FFV b) VFV c) VFF
d) VVV e) FFF

25. La figura muestra una varilla conductora neutra y una bolita conductora también neutra. Si se acerca un cuerpo cargado a la varilla, entonces sobre la bolita se cumple que:



a) No actúa ninguna fuerza por ser neutra.
b) No actúa ninguna fuerza porque la varilla conductora es neutra.
c) Es atraída hacia la varilla.
d) Es repelida por la varilla.
e) La fuerza eléctrica resultante en la bolita es cero.

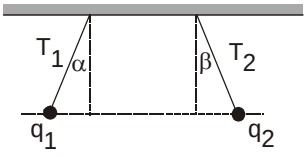
26. Se tiene un electroscopio cargado negativamente de modo que sus hojas se encuentran separadas un pequeño ángulo. ¿Cuál de las siguientes acciones dará lugar a que las hojas se separen aún más y permanezcan en dicha posición?

a) Acercar una varilla con carga (+) y luego retirarla.
b) Acercar una varilla con carga (-) y luego retirarla.
c) Tocar la esfera del electroscopio con una varilla cargada (-) y con una carga de mayor valor absoluto que la del electroscopio y luego retirarla.
d) N.A.

27. Con un electroscopio descargado se efectúan las siguientes acciones sucesivas:
I. Se le acerca un cuerpo cargado negativamente (sin tocarlo).
II. Sin retirar el cuerpo, se conecta el electroscopio a tierra por unos momentos, desconectándolos luego.
III. Se retira el cuerpo cargado negativamente.
Al final de esto el electroscopio queda:

a) Cargado negativamente.
b) Descargado.
c) Cargado positivamente.
d) No se puede predecir el resultado.
e) El tipo de carga depende del material de que está hecho el electroscopio.

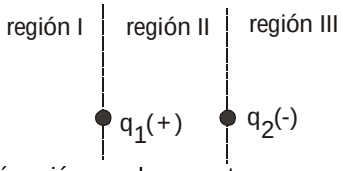
28. Dos péndulos con cargas positivas de valores diferentes $q_1 = 2q_2$ se encuentran suspendidas mediante hilos mal conductores, tal como muestra la figura. Luego será cierto:



I. $\alpha = \beta$.
II. Las tensiones en las cuerdas serán iguales.
III. $\alpha > \beta$.

a) Sólo I b) I y II
c) Sólo II d) Sólo III
e) Todo depende de las masas de los péndulos.

29. Dos pequeñas cargas q_1 y q_2 se encuentran a cierta distancia entre si y en el vacío según el esquema:



¿En qué región puede encontrarse una tercera carga para que pueda quedar en equilibrio?

a) En la región I.
b) En la región II.
c) En la región III.
d) En la región I o en la región II.
e) En la región I o en la región III.

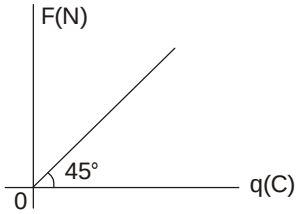
30. El módulo de la fuerza eléctrica de repulsión entre dos partículas electrizadas es 100N en el vacío. ¿En cuánto varía el módulo de la fuerza eléctrica si una de las cantidades de carga se duplica, la distancia entre ellas se reduce a la mitad y el sistema es introducido en un líquido dieléctrico donde $\varepsilon = 4\varepsilon_o$?

a) Aumenta en 300 N.
b) Disminuye hasta 30 N.
c) Aumenta en 100 N.
d) Disminuye en 50 N.
e) Aumenta hasta 300 N.

31. Un experimento se realizó en un medio donde; se trabajó con dos iones de igual carga, separados 5.10^{-8} m, determinándose una fuerza electrostática de 9.10^{-7} N. Determine la magnitud de la carga en cada una de los iones.

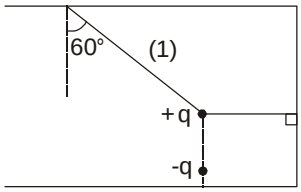
a) 10^{-16} C b) 2.10^{-16} c) 3.10^{16}
d) 4.10^{-16} e) 5.10^{-16}

32. Se tienen dos cargas "Q" y "q" separadas en el vacío 3cm, a medida que el valor de "q" se incrementa la fuerza eléctrica de interacción entre ellas (F) varía de acuerdo con la siguiente gráfica. Halle el valor de la carga "Q".



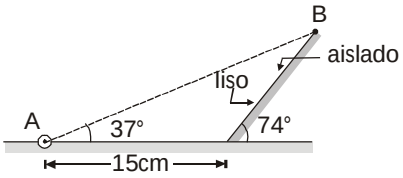
a) $8,85.10^{-9}$ C b) $3,14.10^{12}$ C
c) $1,10^{-13}$ C d) 1.10^{-9} C
e) $8,85.10^{13}$ C

33. La figura muestra dos esferas cargadas con igual magnitud pero de signos diferentes ($q = 2\,\mu C$) y peso 20N cada una, separadas una distancia de 30cm. Determinar la tensión en cuerda (1).



a) 100 N b) 105 N c) 40,8 N
d) 115 N e) 120 N

34. Las cargas de las esferitas A y B son de $3,2\,\mu C$ y $2,4\,\mu C$. Si la esfera no sujeta "B" está en equilibrio. Hallar su peso.



a) 1 N b) 2 N c) 3 N
d) 4 N e) 5 N

35. ¿Con qué fuerza "F" se atraerán dos bolitas iguales de plomo de radio r = 1cm, situadas a la distancia R = 1m una de otra si a cada átomo de la primera bolita se quita un electrón y todos estos electrones se trasladan a la segunda bolita?

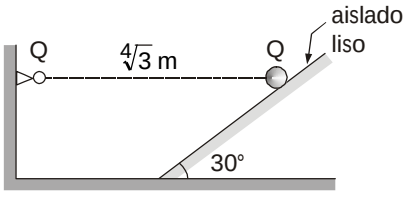
Masa atómica del plomo A = 207

Densidad del plomo $\rho = 11,3\,gr/cm^3$

a) $3,19.10^{18}$ N b) $4,37.10^{18}$ N
c) $2,17.10^{18}$ N d) $1,14.10^{18}$ N
e) N.A.

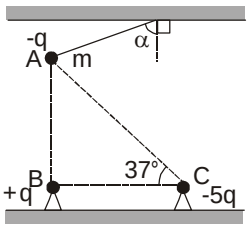
36. Se tienen dos cargas positivas Q y q, tal que Q > q. ¿Qué cantidad de carga debe trasladarse de la una a la otra para que el valor de la fuerza electrostática entre ellas sea máxima, manteniendo la separación constante?
a) Debe trasladarse (Q-q).
b) No es necesario trasladar nada de carga por que la fuerza será la misma siempre.
c) Es necesario trasladar (Q-q)/2.
d) Es necesario trasladar Q/2.
e) Es necesario trasladar q/2.

37. Para el esquema, calcular el peso "W" de la carga "$Q = 3.10^{-4}$ C" sobre el plano inclinado liso. Si está en equilibrio a la acción de otra carga igual, pero que esta fija.



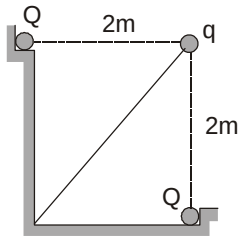
a) 0,81 N b) 8,1 N c) 810 N
d) 81 N e) N.A.

38. El sistema mostrado está en equilibrio. Hallar el ángulo "α" . Las cargas B y C son fijas y la interacción eléctrica entre las cargas A y B es la mitad del peso de "A", en módulo.



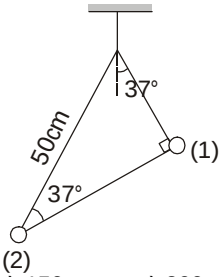
a) 45° b) 74° c) 16°
d) 53° e) 37°

39. Calcular la tensión en la cuerda que sostiene a la carga "q", siendo su peso despreciable. ($Q=q=4.10^{-5}$ C).



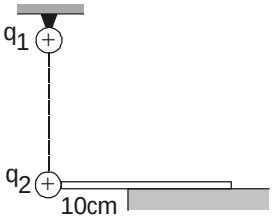
a) 3,6 N b) 360 N c) 36 N
d) 56 N e) 5,1 N

40. En la figura, el sistema está en equilibrio. Calcular la masa de la esfera "1". Las cargas son $q_1=q_2=4\,\mu C$. Las cuerdas son aislantes. ($g=10m/s^2$).



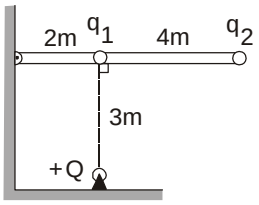
a) 100 g b) 150 g c) 200 g
d) 250 g e) 300 g

41. Determina la mínima distancia entre $q_1 = 3.10^{-4}$ C y $q_2 = 1.10^{-6}$ C para que la barra homogénea de 22cm y 2,7 kg se encuentra en equilibrio. $g=10m/s^2$.



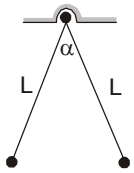
a) 0,5 m b) 1 m c) 1,5 m
d) 2 m e) 5 m

42. En la figura la varilla, de material aislante, es ingrávida y las cargas son pequeñísimas esferas. Halle q_2 para que la barra permanezca horizontal. La carga "Q" es fija y $q_1 = +81\,\mu C$.



a) $-125\,\mu C$ b) $-100\,\mu C$ c) $-50\,\mu C$
d) $-40\,\mu C$ e) $-10\,\mu C$

43. Dos esferas de igual carga (q) e igual masa (M) están suspendidas de un mismo punto de hilos de longitud L. En el punto de suspensión se encuentra una tercera esfera, cargada, como las dos anteriores, con una carga "q". Calcular el valor de la carga "q", si el ángulo entre los hilos en el equilibrio es "α" .
g = aceleración de la gravedad
K = constante de Coulomb



a) $q = L\sqrt{\frac{Mg(Sen\alpha+Cos\alpha)}{2K}}$

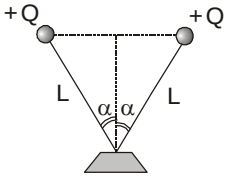
b) $q = 2L\sqrt{\frac{Mg}{K}}$

c) $q = 2LSen(\alpha/2)\sqrt{\frac{MgTg(\alpha/2)}{K}}$

d) $q = L\sqrt{\frac{Mg}{2K}}$

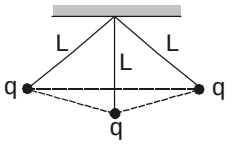
e) $q = 2L(Sec2 + Ctg2\alpha)^2 KMg$

44. Dos cuerpos esféricos iguales muy ligeros (flotan) con cargas iguales $0,7\,\mu C$ se repelen separándose $\sqrt{5}$ cm . De ellos mediante hilos no conductores, está suspendido un bloque de $2,4.10^{-3}$ N de peso. Hallar "α" para el equilibrio.



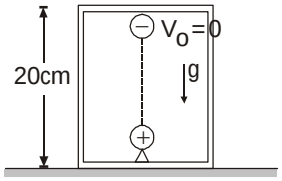
a) 22,5° b) 18,5° c) 26,5°
d) 16° e) 37°

45. En el vacío y desde un punto, cuelgan 3 hilos de igual longitud con cargas idénticas puntuales "+q" Coulomb atadas a los extremos libres, para la posición de equilibrio el ángulo que cada hilo hace con la vertical es 37° y el peso de cada carga es $\sqrt{3}$ N. Si $L = \sqrt{K}\,10^{-4}$ m; $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. Hallar el Coulomb la carga "q".



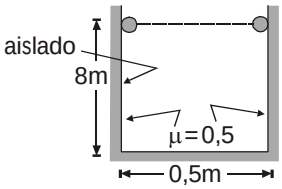
a) 1.10^{-5} b) 7.10^{-5} c) 9.10^{-5}
d) $1,2.10^{-5}$ e) N.A.

46. Se tiene una caja de madera de 20cm de alto. Dentro de ella hay dos cargas iguales pero de signos contrarios (10/3 10^{-8} C). La carga superior es soltada. Si su masa es 1 gramo. ¿Cuál es su aceleración cuando está en la mitad del camino?
Considere g = 10m/s^2.



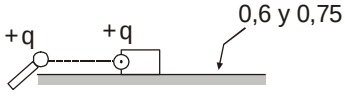
a) 3 m/s^2 b) 6 m/s^2 c) 9 m/s^2
d) 12 m/s^2 e) 11 m/s^2

47. Dos esferas electrizadas con $\sqrt{2}10^{-7}$ C cada una se sueltan simultáneamente tal como se muestra en la figura. Después de qué tiempo llegan al suelo, m = 0,04 g y g = 10m/s^2.



a) 1 s b) 2 c) 3
d) 4 e) N.A.

48. En el bloque de 12 kg se encuentra incrustada una partícula electrizada con $+20\mu$C, tal como se muestra. Determine la menor aproximación entre el bloque y otra partícula electrizada con $+20\mu$C para que el bloque siga en reposo. Desprecie las masas de las partículas. (g = 10m/s^2).

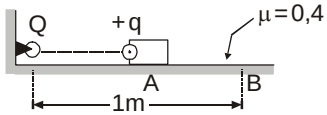


a) 10 cm b) 15 cm c) 20 cm
d) 25 cm e) 30 cm

49. Dos esferas idénticas poseen cargas de 4.10^{-4}C y 6.10^{-4}C e interactúan con una fuerza eléctrica de 240N, en cierto instante se ponen en contacto y luego se les separa la misma distancia anterior. Calcular el valor de la variación de la fuerza con que ahora interactúan.

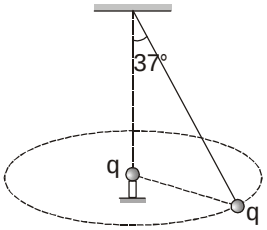
a) 24 N b) 576 N c) 10 N
d) 240 N e) 0 N

50. En el bloque de madera de 2kg se encuentra incrustada una partícula electrizada con q = 1μC. Si éste es abandonado en (A). ¿Qué módulo tiene su aceleración al pasar por el punto "B? Q = 2.10^{-3} C.



a) 1 m/s^2 b) 2 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 4 m/s^2 e) 5 m/s^2

51. Calcular la velocidad angular con qué gira la esfera de masa 8g y carga q = 2μC siendo el radio de la trayectoria R = 1 m. g = 10 m/s^2.

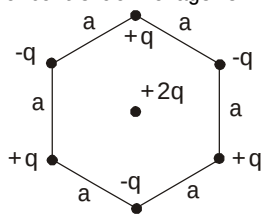


a) 3 Rad/s b) $\sqrt{3}$ c) $3\sqrt{3}$
d) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ e) 1

52. Un estudiante realiza un experimento para medir la carga eléctrica de 4 cuerpos. Los siguientes son sus resultados experimentales:
Q_1 = $2,4.10^{-19}$ C Q_2 = $11,2.10^{-19}$ C
Q_3 = $8,8.10^{-19}$ C Q_4 = $8,0.10^{-19}$ C
¿Cuáles de las mediciones diría Ud. que no son compatibles con sus conocimientos teóricos?
(Carga del electrón: $1,6.10^{-19}$ C)

a) Q_1 y Q_3 b) Q_3 y Q_4 c) Q_1 y Q_2
d) Q_2 y Q_4 e) Q_1 y Q_4

53. Tres cargas puntuales positivas (+q) y tres cargas puntuales negativas (-q) se ubican en los vértices de un hexágono regular de lado a como se indica en la figura. ¿Cuál será la magnitud de la fuerza resultante que ejercen las cargas anteriores sobre una carga puntual +2q ubicada en el centro del hexágono?

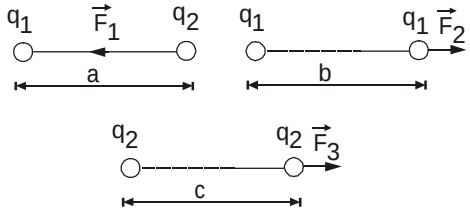


a) 0 b) $2\sqrt{3}$ K c) $\frac{2}{\sqrt{3}}$K

d) 3K e) $3\sqrt{3}$ K

54. En las figuras mostradas q_1 y q_2 son cargas puntuales y $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ son las respectivas fuerzas que una de ellas ejerce sobre la otra en cada situación.

Si se cumple que: $F_1^2 = F_2F_3$, la relación entre a, b y c deben ser:



a) $ab=c^2$ b) $ca=b^2$

c) $bc=a^2$ d) $bc=(q_1/q_2)a^2$

e) $ab=(q_2/q_1)c^2$

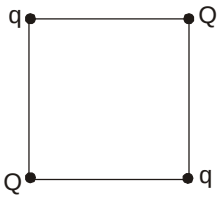
55. Un cuadrado posee en cada uno de sus vértices una carga de 6 coulombios. ¿Qué carga se debe poner en el centro del cuadrado para que la fuerza resultante sobre cada carga sea nula?

a) -24 coulombios. b) -12 coulombios.

c) -7,5 coulombios. d) -5,7 coulombios.

e) -1,5 coulombios.

56. Se fija dos cargas Q iguales, cada una en esquinas opuestas de un cuadrado, y dos cargas q iguales, en las otras dos esquinas. ¿Qué relación existe entre Q y q de tal manera que la fuerza resultante sobre la carga Q sea cero?

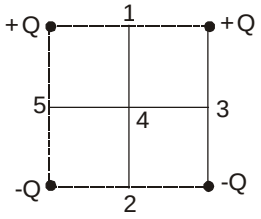


a) Q=-4q b) Q=-2q

c) $Q=-4\sqrt{2}$ q d) $Q=-2\sqrt{2}q$

e) $Q=-\sqrt{2}q$

57. Cuatro cargas positivas y negativas pero de igual magnitud esta ubicadas en los vértices de un cuadrado con centro en el punto 4. ¿En cuál de los puntos, entre los señalados con los números 1, 2, 3, 4 ó 5, deberíamos colocar una carga +q, si queremos que la fuerza sobre esta carga tenga la mayor magnitud?

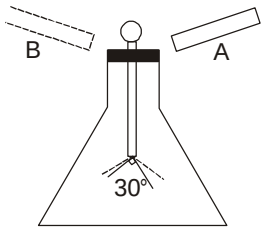


a) Sólo en 1. b) Sólo en 2.

c) En 1 ó en 2. d) En 3 ó en 4.

e) En 4.

58. Una varilla cargada A se acerca a la esfera superior de un electroscopio sin tocarla y se verifica que las hojuelas se separan un ángulo aproximado de 30°. Al acercar otra varilla B, sin mover la varilla A, las hojuelas se abren aún más hasta un ángulo aproximado de 60°. Respecto a las cargas respectivas se puede afirmar que:



a) La carga de A es de igual signo que la carga de B.

b) La carga de A es positiva y la carga B negativa.

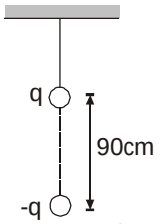
c) La carga B es positiva y la de A negativa.

d) La carga de B es el doble que la carga de A.

e) B está descargada.

59. Dos esferas muy pequeñas de mismo peso y de igual carga $q=6.10^{-6}$ C se encuentra en equilibrio como se muestra en la figura. Calcular la masa de cada esfera en gramos y la tensión en la cuerda en newtons.

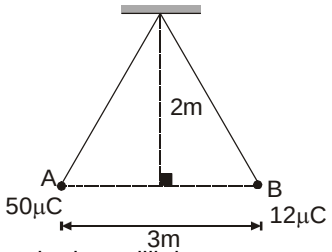
$(K = 9.10^9 \frac{N-m^2}{C^2})$ $(g=10m/s^2)$



a) 40 y 0,5 b) 40 y 0,8 c) 80 y 0,4

d) 80 y 0,6 e) 60 y 0,8

60. Se muestra un experimento de electrostática consistente en 2 péndulos de la misma longitud, en cuyos extremos se ubican las bolitas A y B.



En el estado de equilibrio se propone que:

I. La fuerza electrostática, vale 0,6N.

II. La tensión en la cuerda, vale 0,8 N.

III. El peso de cada bolita, es de 1,0N.

Escoja la combinación correcta sobre la verdad (V) o falsedad (F), de las proposiciones:

($K = 9.109$ N-m^2/C^2)

a) VVV b) VVF c) VFV

d) VFF e) FFF

Claves

01.	c
02.	c
03.	d
04.	c
05.	b
06.	d
07.	a
08.	c
09.	c
10.	d
11.	b
12.	e
13.	e
14.	a
15.	d
16.	c
17.	b
18.	b
19.	e
20.	a
21.	c
22.	c
23.	b
24.	c
25.	c
26.	c
27.	c
28.	e
29.	e
30.	c

31.	e
32.	c
33.	c
34.	a
35.	a
36.	c
37.	c
38.	e
39.	e
40.	b
41.	b
42.	a
43.	c
44.	e
45.	c
46.	e
47.	a
48.	c
49.	c
50.	e
51.	b
52.	d
53.	a
54.	c
55.	d
56.	d
57.	e
58.	a
59.	b
60.	d

Capítulo

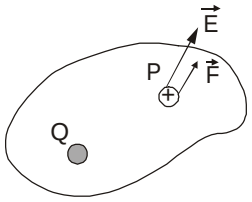
17 CAMPO ELÉCTRICO

CAMPO ELÉCTRICO

Es aquella región del espacio que rodea a una carga en la cual ésta deja sentir su presencia sobre cualquier otra, el campo eléctrico se caracteriza por aplicar fuerza de origen de eléctrico a toda carga que se coloca en su interior.

INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO ($\vec{E}$)

Esta magnitud vectorial nos indica la fuerza eléctrica que actúa sobre cada unidad de carga que se coloca en un punto determinado del campo.

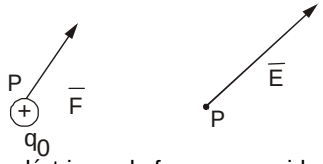


$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$ Unidad: N/C

q_0 = carga de prueba colocada en un punto del campo
F = fuerza eléctrica sobre q_0

La dirección del vector $\vec{E}$ es la misma que la de $\vec{F}$, porque q_0 es un escalar positivo. Definido de este modo, el campo eléctrico no depende de la magnitud de la carga de prueba q_0. La figura indica cómo usamos esta definición para determinar el campo eléctrico en un punto particular P. Colocamos una carga positiva de prueba en P y luego determinamos la fuerza electrostática ejercida sobre q_0 que proviene de los objetos en el área circundante, los cuales no se muestran en la figura.

Nótese que $\vec{E}$ y son $\vec{F}$ paralelos.



Desde el punto de vista dimensional, el campo eléctrico es la fuerza por unidad de carga, y su unidad en el S.I. es el newton/ coulomb (N/C).

Una vez obtenido el campo eléctrico en un punto (usando el cuerpo de prueba, por ejemplo), es posible calcular la fuerza ejercida sobre un objeto cualquiera de carga q en ese lugar:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Aquí, el campo eléctrico proviene de otras cargas que pueden estar presentes, no de la carga q.

CAMPO ELÉCTRICO DE CARGAS PUNTUALES

Supongamos que una carga positiva de prueba q_0 se coloca a una distancia r de una carga puntual q. La magnitud de la fuerza que opera sobre q_0 está dada por la ley de Coulomb,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_0\,|q|}{r^2}$$

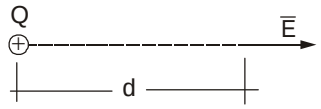
Conforme a la ecuación, la magnitud del campo eléctrico en el sitio de la carga de prueba es:

$$\boxed{E = \frac{F}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|q|}{r^2}}$$

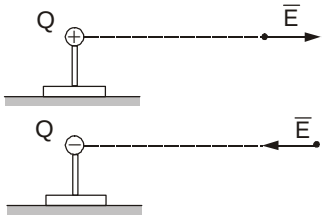
En la línea radial proveniente de q, la dirección de $\vec{E}$ es la misma que la de $\vec{F}$: señala hacia fuera si q es positiva y hacia adentro si es negativa. La figura muestra la magnitud y la dirección del campo eléctrico $\vec{E}$ en varios sitios cerca de una carga puntual positiva.

Campo eléctrico generado por una carga puntual (Q)

$$E = \frac{K|Q|}{d^2}$$



Orientación del vector intensidad del campo:



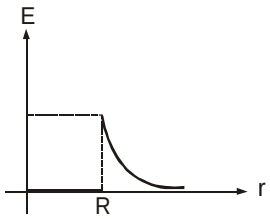
UN CASCARÓN ESFÉRICO CON CARGA UNIFORME

En la sección, mencionamos dos propiedades de un cascarón esférico con carga uniforme: no ejerce fuerza alguna sobre una carga de prueba en su interior, y en los puntos exteriores la fuerza que ejerce es la misma como si toda la carga del cascarón se concentrase en un punto en su centro. Podemos usar estas propiedades para deducir el campo eléctrico debido a un cascarón delgado cargado uniformemente. Supongamos que el cascarón tiene el radio R y la carga q, que por ahora suponemos positiva. Tenemos entonces los siguientes resultados del campo eléctrico en varias distancias del centro del cascarón:

$$E = 0 \qquad (r < R)$$

$$E = \frac{1}{4\pi\in_0}\frac{q}{r^2} \qquad (r \geq R)$$

El campo eléctrico es cero dentro del cascarón. En los puntos exteriores el campo eléctrico es radial e idéntico al que una carga puntual.

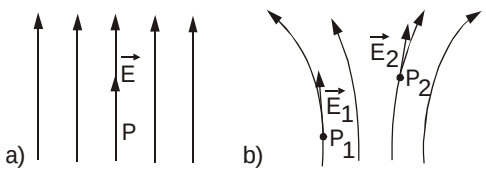


LAS LÍNEAS DEL CAMPO ELÉCTRICO

Michael Faraday introdujo el concepto de campo eléctrico a comienzos del siglo XIX. No formuló una representación matemática de él; más bien, preparó una representación gráfica donde imaginó que el espacio alrededor de una carga eléctrica estaba lleno de líneas de fuerza. Hoy ya no consideramos las líneas tan reales como Faraday, pero las conservamos como un medio útil para visualizar el campo eléctrico. Las llamamos líneas del campo eléctrico.

La figura (a) muestra las líneas del campo eléctrico que representan un campo uniforme. Nótese que las líneas son paralelas y presentan el mismo espaciamiento. En la figura (b), vemos líneas que representan un campo no uniforme. Por convención trazamos las líneas con la siguiente propiedad:

La tangente a la línea del campo eléctrico que cruza un punto cualquiera del espacio denota la dirección del campo eléctrico allí.



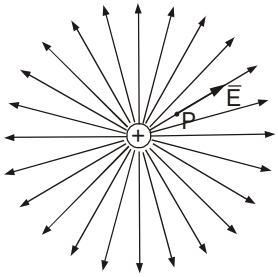
También las líneas de campo deben trazarse, de modo que

Las líneas del campo eléctrico comiencen en las cargas positivas y terminen en las negativas

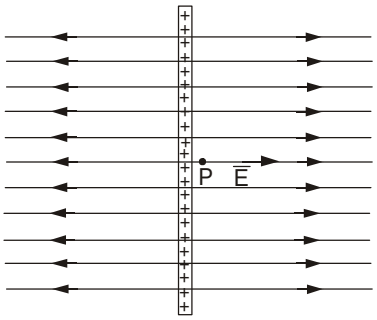
Una última propiedad de las líneas del campo eléctrico es la siguiente:

La magnitud del campo eléctrico en un punto cualquiera es proporcional al número de líneas por unidad de superficie perpendicular a estas líneas.

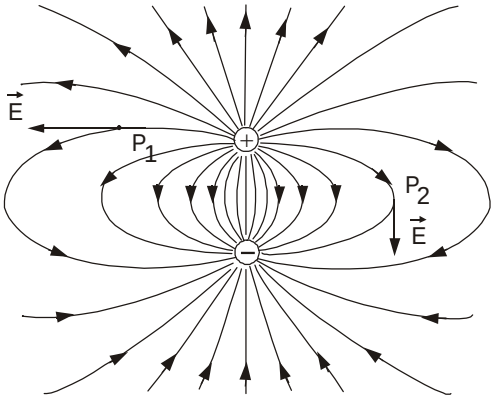
En otras palabras, cuando más densamente empacadas estén las líneas cerca de cualquier punto, más fuerte el campo en ese punto.



Las líneas del campo eléctrico que rodean una carga puntual positiva y aislada o una esfera uniforme de carga positiva. Se muestra el campo en un punto arbitrario P.

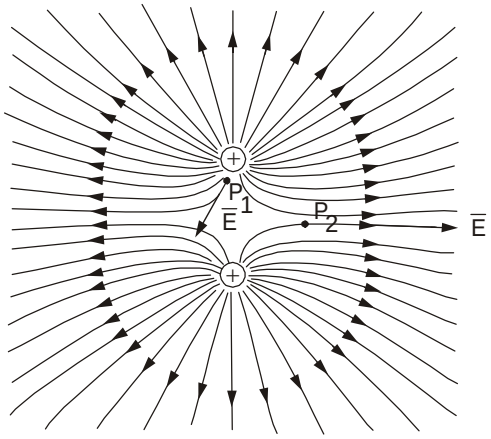


Las líneas del campo eléctrico cerca de una hoja uniforme delgada de carga. Estamos viendo el borde de la hoja, que se orienta perpendicularmente a la página.



Líneas del campo eléctrico de un dipolo eléctrico

En la figura anterior, se muestra el campo cerca de un dipolo (que indica gráficamente cómo las líneas de campo empiezan en las cargas positivas y terminan en las cargas negativas): en la figura que se muestra a continuación se observa el campo cerca de dos cargas positivas iguales.

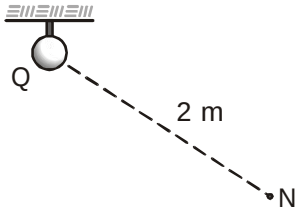


Líneas del campo eléctrico de dos cargas positivas iguales.

Estos dibujos ayudan mucho visualizar el patrón de las líneas del campo eléctrico. Pero no olvide que representan tan sólo una "rebanada" bidimensional de lo que es en realidad un patrón tridimensional. Los espaciamientos relativos de las líneas en dos dimensiones no corresponden estrictamente al patrón tridimensional.

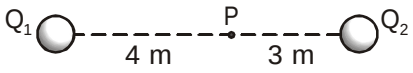
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Determinar la intensidad de campo eléctrico en el punto "N", si: $Q = -8 \times 10^{-8}$ C.



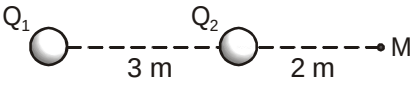
a) 90 N/C↖ b) 90N/C ↘ c) 180N/C↘
d) 180N/C↖ e) 270N/C↘

02. Calcular la intensidad de campo eléctrico en el punto "P", si: $Q_1 = -32 \times 10^{-8}$ C y $Q_2 = +5 \times 10^{-8}$ C.



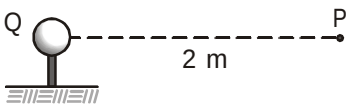
a) 130 N/C → b) 130N/C → c) 230N/C →
d) 230N/C ← e) 250N/C →

03. Determinar la intensidad de campo eléctrico en el punto "M", si: $Q_1 = +25 \times 10^{-8}$ C y $Q_2 = -8 \times 10^{-8}$ C.



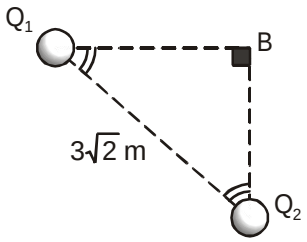
a) 450 N/C → b) 450 N/C ← c) 270 N/C →
d) 270 N/C → e) 90 N/C ←

04. Determinar la intensidad de campo eléctrico en el punto "P", si: $Q = +8 \times 10^{-8}$ C.



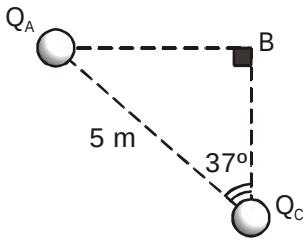
a) 180 N/C b) 160 N/C c) 120 N/C
d) 280 N/C e) 200 N/C

05. Determinar la intensidad de campo eléctrico en el punto "B", si: $Q_1 = +4 \times 10^{-8}$ C y $Q_2 = -3 \times 10^{-8}$ C.



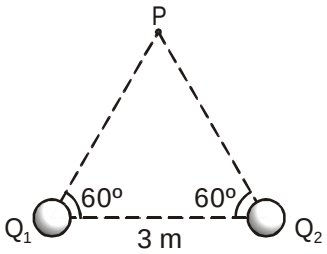
a) 30 N/C b) 40 N/C c) 70 N/C
d) 50 N/C e) 80 N/C

06. Hallar la intensidad de campo eléctrico en el punto "B". $Q_A = +9 \times 10^{-8}$C y $Q_C = -16 \times 10^{-8}$C.



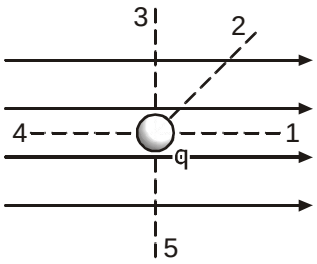
a) 90 N/C b) 45 N/C c) $90\sqrt{2}$ N/C
d) $45\sqrt{2}$ N/C e) 60 N/C

07. Calcular la intensidad de campo eléctrico en el punto "P". $Q_1 = -3 \times 10^{-8}$C y $Q_2 = -5 \times 10^{-8}$C.



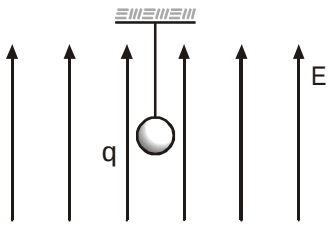
a) 30 N/C b) 50 N/C c) 80 N/C
d) 70 N/C e) 100 N/C

08. Indicar en qué dirección se mueve la carga q = +5C. (no considerar el efecto de gravedad).



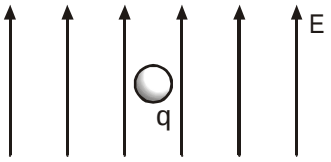
a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

09. Si la carga q = -3C está en equilibrio, calcular la tensión en la cuerda, si: E = 5 N/C y m = 4 kg. ($g = 10\ m/s^2$).



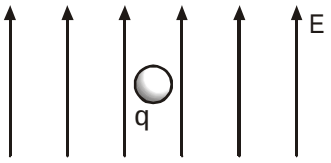
a) 15 N b) 40 N c) 55 N
d) 25 N e) 30 N

10. Si: q = +2 C y E = 6 N/C, calcular la aceleración de dicha carga si su masa es 1 kg. (g = 10 m/s^2)



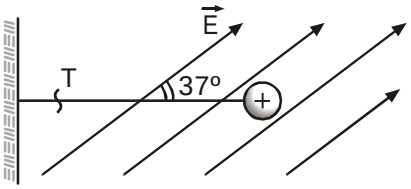
a) 2 m/s^2 b) 3 m/s^2 c) 4 m/s^2
d) 8 m/s^2 e) 10 m/s^2

11. Si la carga q = +5 C está en equilibrio, determinar su masa, si: E = 8 N/C.
(g = 10m/s^2).



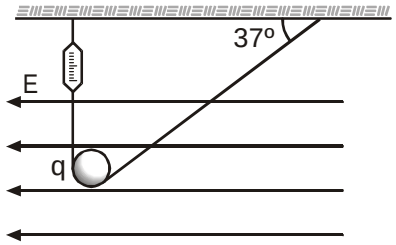
a) 1 kg b) 2 kg c) 3 kg
d) 4 kg e) 5 kg

12. Una esfera cargada de 30 N de peso reposa en el seno de un campo eléctrico uniforme. Halle la tensión "T".



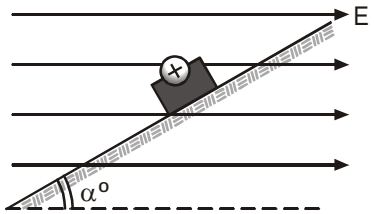
a) 30 N b) 40 N c) 50 N
d) 60 N e) 100 N

13. El sistema está en equilibrio, ¿cuál será la lectura del dinamómetro, si: q = 40m C y E = 5×10^6 N/C?



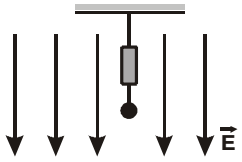
a) 100 N b) 160 N c) 200 N
d) 250 N e) 400 N

14. Sobre el bloque de 4 kg aislante se encuentra incrustado una partícula ingrávida con carga q = 10μ C. Calcular "a", si el bloque se encuentra en equilibrio. (E = 3 KN/C)



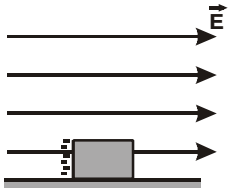
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°20.

15. La esfera mostrada es de 5 kg y carga - 8 μC la cual está en reposo dentro de un campo eléctrico uniforme de intensidad 5.10^5 N/C. Hallar la lectura del dinamómetro (g = 10 m/s^2)



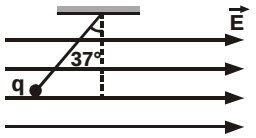
a) 50 N b) 54 N c) 46 N
d 40 N e) 25 N

16. Si la carga q = + 4 C se desplaza a velocidad constante, calcular la intensidad de campo eléctrico si la fuerza de rozamiento es de 20 N.



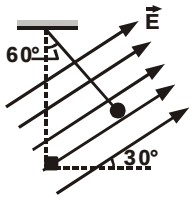
a) 1 N/C b) 3 N/C c) 7 N/C
d) 5 N/C e) 9 N/C

17. Una masa de 40 kg se encuentra en equilibrio dentro de una región donde existe un campo eléctrico homogéneo de intensidad 100 N/C. Si la masa se encuentra suspendida de una cuerda aislante de 2 m de longitud, hallar cuál es su carga «q» (g = 10 m/s^2)



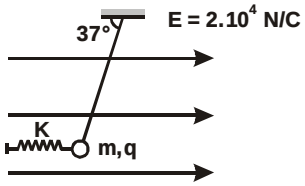
a) 3 C b) 2 C c) -3 C
d) -2 C e) 5 C

18. Hallar la intensidad del campo eléctrico «E» capaz de mantener el péndulo en la posición mostrada (la carga q = 20 C pesa 800 N).



a) 40 N/C b) 35 N/C c) 30 N/C
d) 25 N/C e) 20 N/C

19. Si el sistema mostrado se encuentra en equilibrio, determinar la deformación del resorte de plástico. La esfera electrizada con 4 mC y de 3 g se encuentra atada a una cuerda aislante. (K = 6 N/m; g = 10 m/s^2)

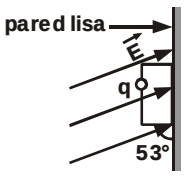


a) 1 cm b) 2 cm c) 4 cm
d) 5 cm e) 6 cm

20. Si sometemos al péndulo mostrado a un campo eléctrico homogéneo, cuyas líneas de fuerza forman 30° con la horizontal y cuya intensidad es de 25 N/C. Determinar el ángulo que formará la cuerda con la vertical en el equilibrio. (q = 20 mC, m_{esf} = 50 g)

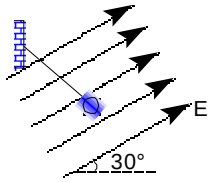
a) 30° b) 45° c) 37°
d) 60° e) 74°

21. El bloque de madera que se muestra permanece en reposo. Determinar su masa, si la partícula incrustada en él es de masa despreciable y está electrizada con 10 μC.
(E = 5.10^5 N/C; g = 10 m/s^2)



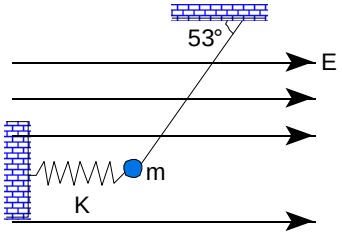
a) 0,1 kg b) 0,2 kg c) 0,3 kg
d) 0,4 kg e) 0,5 kg

22. Si la esfera mostrada pesa 20 N y su carga q = 5 μC, hallar la intensidad del campo eléctrico uniforme para que la tensión de la cuerda tome su mínimo valor posible.



a) 2.10^4 N/C b) 2.10^6 N/C c) 3.10^6 N/C
d) 0,5.10^6 N/C e) 0,5.10^4 N/C

23. Sabiendo que el sistema se encuentra en equilibrio. Hallar la deformación del resorte (K = 15 N/cm) sabiendo que m = 4 kg, q = +60 μC y E = 5.10^5 N/C.

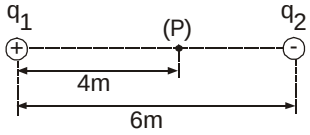


a) 1 cm b) 2 cm c) 3 cm
d) 4 cm e) 5 cm

24. Un campo eléctrico está provocado por una carga puntual. ¿Cuál será la magnitud de la intensidad de este campo a 80cm de la carga, si a 20cm de la misma es igual a 4.10^5 N/C?

a) 10^5 N/C b) 5.10^4 N/C c) 2,5.10^4 N/C
d) 10^4 N/C e) 5.10^3 N/C

25. Se muestran 2 cargas fijas q_1 = 16.10^{-8}C y q_2 = -64.10^{-8}C. Halle la magnitud de la intensidad de campo resultante en el punto "P".

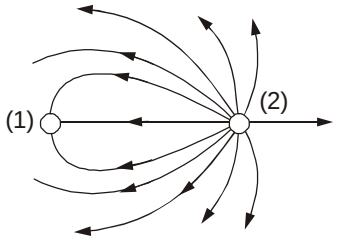


a) 1440 N/C b) 1530 N/C c) 90 N/C
d) 1350 N/C e) 750 N/C

26. Dos cargas puntuales de +30 μC y +270 μC se encuentran separadas 120cm. ¿A qué distancia de la primera carga, la intensidad de campo eléctrico será nulo?

a) 10 cm b) 20 cm c) 30 cm
d) 40 cm e) 50 cm

27. En el gráfico, se muestra la representación del campo eléctrico asociado a dos partículas electrizadas, si la partícula (1) tiene una carga eléctrica de $-2\,\mu C$. ¿Qué carga eléctrica tiene la partícula (2)?

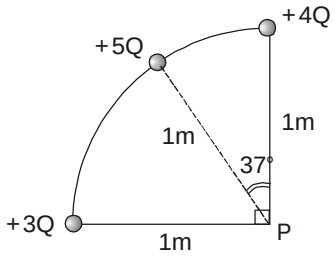


a) $+4\,\mu C$ b) $-4\,\mu C$ c) $+8\,\mu C$
d) $-8\,\mu C$ e) $+12\,\mu C$

28. Una carga $q_1 = +40\,\mu C$ está en el punto (2,5)cm y la carga $q_2 = -90\,\mu C$ está en el punto (5,9)cm. ¿En qué punto del plano "XY" el campo eléctrico resultante es nulo?

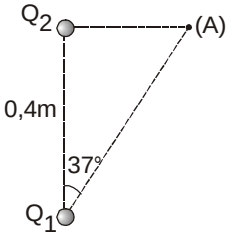
a) (-3;-4) cm b) (-4; -3) cm c) (7;4) cm
d) (0;1) cm e) (7;14) cm

29. En el sistema mostrado. Halle la magnitud de la intensidad de campo eléctrico en el punto "P", si: $Q = 2.10^{-10}$ C.



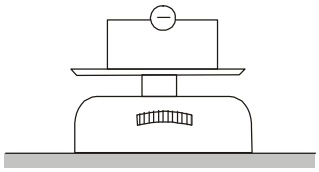
a) 10 N/C b) 12 N/C c) 15 N/C
d) 18 N/C e) 20 N/C

30. En dos vértices de un triángulo rectángulo se han colocado dos cargas eléctricas: $Q_1 = -125.10^{-8}$C y $Q_2 = 27.10^{-8}$C, como se muestra. Determine la intensidad de campo resultante en el vértice (A).



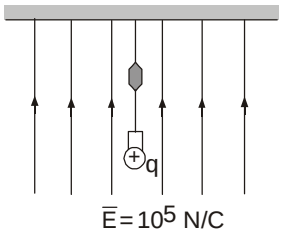
a) 32 KN/C b) 34 KN/C c) 36 KN/C
d) 38 KN/C e) 40 KN/C

31. Un bloque de madera tiene incrustada en su cara superior; una partícula electrizada con $q = -10\,\mu C$, tal como se indica. ¿Cómo varia la lectura de la balanza si se establece un campo eléctrico uniforme de intensidad 10KN/C, vertical hacia abajo?



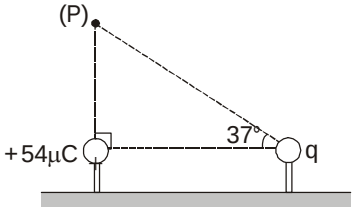
a) Aumenta en 0,1N.
b) Disminuye en 0,1N.
c) Aumenta en 0,2N.
d) Disminuye en 0,2N.
e) Aumenta en 0,3 N.

32. Halle la lectura del dinámometro si en el bloque de madera de 2kg se encuentra incrustada una partícula electrizada con $q = 10\,\mu C$. ($g = 10 m/s^2$).



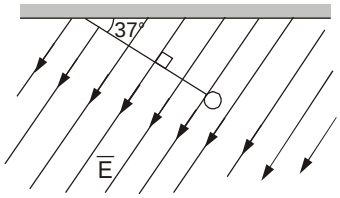
a) 18 N b) 19 N c) 20 N
d) 21 N e) 22 N

33. Halle el valor y signo de "q" para que la intensidad de campo eléctrico en el punto "P" sea horizontal.



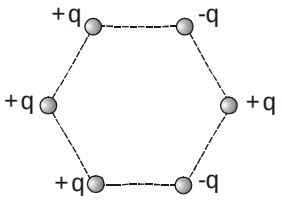
a) $-125\,\mu C$ b) $-250\,\mu C$ c) $-25\,\mu C$
d) $-75\,\mu C$ e) $-50\,\mu C$

34. Determine la masa de la pequeña esfera metálica electrizada con $-10\,\mu C$, de manera que; colocada en el campo eléctrico uniforme, de intensidad $E = 4.10^5$ N/C, mantenga la posición mostrada. ($g = 10 m/s^2$).



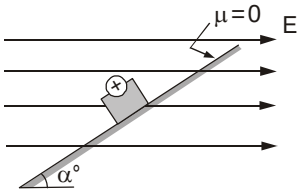
a) 0,1 kg b) 0,2 kg c) 0,3 kg
d) 0,4 kg e) 0,5 kg

35. En el gráfico, se muestran 6 partículas electrizadas fijas en los vértices de un hexágono regular de lado 30cm. ¿Qué valor tiene la intensidad de campo eléctrico en el centro del hexágono? ($q = 4nC$).



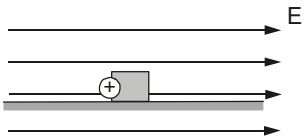
a) 1 KN/C b) 1,6 KN/C c) 0,8 KN/C
d) 3,2 KN/C e) 6,4 KN/C

36. Sobre el bloque de 4kg aislante se encuentra incrustada una partícula ingrávida y con carga q=10mC. Calcular: α si el bloque que se encuentra en equilibrio. (E = 3KN/C).



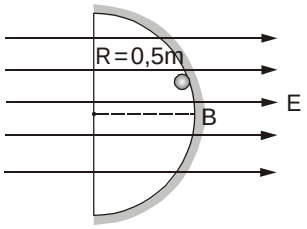
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

37. En el instante mostrado, el bloque que lleva una esfera ingrávida de carga q=1mC experimenta una aceleración de 3m/s^2. Determine la masa de dicho bloque si la magnitud de la intensidad de campo eléctrico es 100N/C. Considere: $\mu = 0{,}5$. (g=10m/s^2).



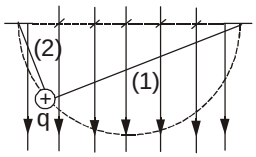
a) 10 g b) 12,5 g c) 20 g
d) 17,5 g e) 25 g

38. Una carga de masa 10 g y 50 mC se desplaza en la superficie lisa, al pasar por B su rapidez es de 20m/s y presiona a dicha superficie con 13N. Calcular: E.



a) 50 N/C b) 75 N/C c) 100 N/C
d) 125 N/C e) 150 N/C

39. El sistema mostrado consta de una esfera de 0,5 kg y electrizada con q= +40 μC y dos cuerdas de manera que $\frac{T_1}{T_2} = 2{,}4$; si dicho sistema se encuentra en equilibrio. Halle la tensión en la cuerda (1).
Datos: E=2.10^5 N/C; g=10m/s^2.

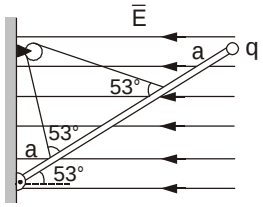


a) 5 N b) 10 N c) 12 N
d) 13 N e) 8 N

40. Con los datos del problema anterior, hallar la tensión en la cuerda (2).

a) 5 N b) 10 N c) 12 N
d) 13 N e) 4 N

41. En la figura, se muestra una barra homogénea aislante; de masa 1 kg y longitud "l", en equilibrio; si: E=25.10^4 N/C. La barra está atada por una cuerda ideal y en su extremo superior se ha fijado un ión cargado con q= +3 μC , de masa despreciable. Halle la tensión de la cuerda. (g=10m/s^2)

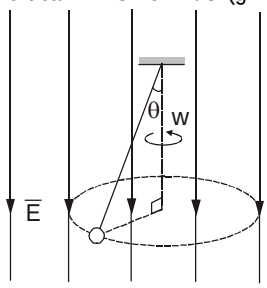


a) 1 N b) 1,5 N c) 2 N
d) 3 N e) 5,5 N

42. ¿Cuál es la máxima cantidad de carga eléctrica que puede almacenar una esfera conductora de 30cm de radio, rodeada de aire, si la rigidez dieléctrica del aire es 3.10^{6}N/C?

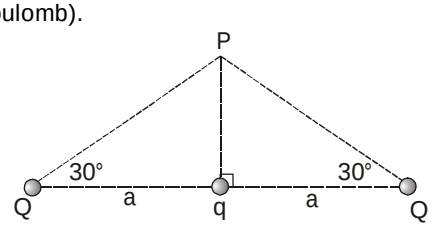
a) 0,3 μC b) 3,0 μC c) 30,0 μC
d) 90 μC e) 0,9 μC

43. Un péndulo cónico de longitud 25cm tiene una masa de 50g y está electrizada con -6 μC . Hallar la rapidez angular de su movimiento para que la cuerda forme 37° con la vertical. E=5.10^4 N/C (g=10m/s^2).



a) $\sqrt{5}$ rad/s b) $\sqrt{2}$ rad/s c) $2\sqrt{2}$ rad/s
d) $2\sqrt{5}$ rad/s e) 1 rad/s

44. El sistema de cargas está en equilibrio. Hallar la intensidad del campo en el punto "P". (K = cte. de Coulomb).

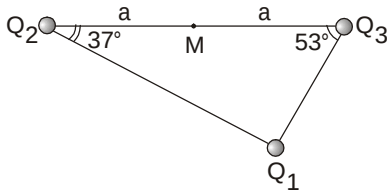


a) 0 b) $KQ/3a^2$
c) $3KQ/4a^2$ d) $2Kq/3a^2$
e) $4Kq/3a^2$

45. En una cierta zona donde existe un campo eléctrico uniforme vertical y hacia arriba se lanza hacia abajo en forma vertical una carga puntual de 20g y 0,04C con una velocidad de 10m/s, deteniéndose luego de recorrer 50cm. Hallar la intensidad del campo eléctrico. ($g = 10m/s^2$).

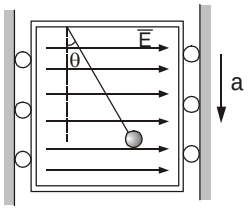
a) 55 N/C b) 100 N/C c) 20 N/C
d) 150 N/C e) 85 N/C

46. Tres cargas positivas Q_1, Q_2 y Q_3 se colocan en los vértices del triángulo rectángulo mostrado. Si $Q_1 = 25\,\mu C$, hallar en cuanto se deben diferenciar los valores de las cargas Q_2 y Q_3 para que la intensidad de campo eléctrico en el punto "M" tome su valor mínimo posible.



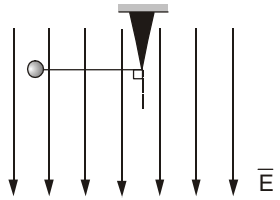
a) $7\,\mu C$ b) $9\,\mu C$ c) $10\,\mu C$
d) $12\,\mu C$ e) $8\,\mu C$

47. En el esquema se muestra un ascensor que baja con una aceleración constante de $2m/s^2$. En el techo del ascensor se encuentra suspendida una esferita de masa $m = 16.10^{-4}$ kg y carga $q = 64\,\mu C$ mediante un hilo de seda. En el ascensor, existe un campo eléctrico homogéneo E = 200N/C. Hallar: "θ", si: $g = 10m/s^2$.



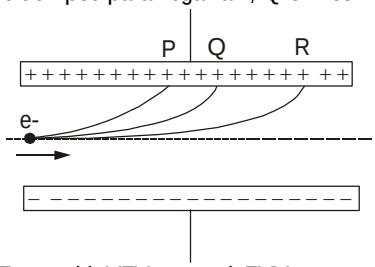
a) 30° b) 45° c) 53°
d) 60° e) 74°

48. Un péndulo de 50cm de longitud; 50g de masa y $500\,\mu C$ de carga, se abandona en la posición mostrada. Si: E = 600N/C. Hallar la máxima velocidad que adquiere la esferilla. $g = 10m/s^2$.



a) 6 m/s b) 4 m/s c) 8 m/s
d) 1 m/s e) 10 m/s

49. Un electrón ingresa al campo eléctrico existente entre las placas paralelas de un capacitor, según el esquema. La velocidad de ingreso es paralela a las placas, E es uniforme:
I. Para llegar a R, demora más tiempo que para llegar a P.
II. El tiempo para llegar a Q está comprendido entre los tiempos que emplea para llegar a P y R.
III. Los tiempos para llegar a P, Q ó R son iguales.

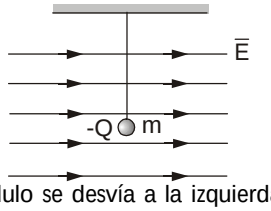


a) VVF b) VFV c) FVV
d) FFF e) FFV

50. Señalar verdadero (V) o falso (F):
I. La intensidad del campo es una magnitud vectorial.
II. Convencionalmente las líneas de fuerza de una carga positiva son entrantes a ella.
III. Que un cuerpo está cargado implica siempre, que le sobran electrones.

a) VVF b) VFF c) VVV
d) FVF e) FFF

51. Un péndulo eléctrico de masa "m" tiene una carga eléctrica -Q; si ponemos el péndulo en un campo eléctrico "E" uniforme y horizontal, podemos afirmar correctamente que:

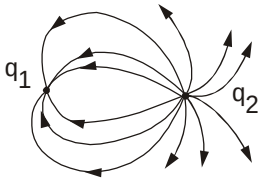


I. El péndulo se desvía a la izquierda y en el equilibrio la tensión en el hilo vale -QE + mg.
II. El péndulo se desvía a la izquierda y la magnitud de la tensión en el hilo es $\sqrt{(mg)^2 - (QE)^2}$ en la posición de equilibrio.

III. El péndulo se desvía a la izquierda y la tensión en el hilo es $\sqrt{(mg)^2+(QE)^2}$ en la posición de equilibrio. (g = aceleración de la gravedad).

a) Todas b) Sólo I c) Sólo III
d) Ninguna e) Sólo II

52. Se tienen dos cargas puntuales aisladas de todo campo eléctrico y se muestra algunas líneas de fuerza que hay entre ellas, con esta información podemos afirmar:



a) $q_1 > 0$ y $q_2 < 0$ b) $|q_1| = |q_2|$
c) $|q_1| < |q_2|$ d) $|q_1| > |q_2|$
e) Falta información

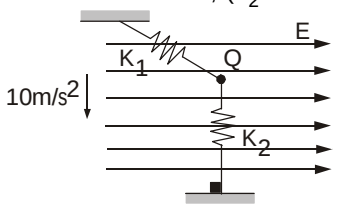
53. Una carga de 4mC y 2kg de masa esta girando en un plano vertical en una región donde existe un campo uniforme $E = 10^3$N/C de arriba hacia abajo. Hallar la tensión en la cuerda que la sostiene cuando la carga se encuentre en el punto más alto de su trayectoria, si en ese punto su velocidad, es de 5m/s. La longitud de la cuerda es 1,25m.
[$g = 10m/s^2$]

a) 10 N b) 16 N c) 18 N
d) 24 N e) 30 N

54. Una carga puntual $q_1 = 0,2\,\mu C$ fue colocada en el punto (-3,0)m del plano x-y y otra carga puntual $q_2 = 1\,\mu C$ fue colocada en el punto (3;4)m. Determinar el campo eléctrico resultante en el origen de coordenadas [En N/C]

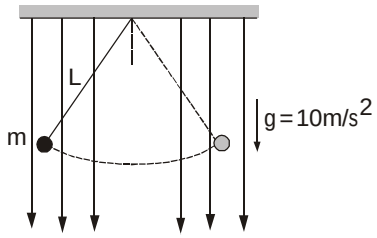
a) $\vec{E}$ = (-16; 228) b) $\vec{E}$ = (-16; -228)
c) $\vec{E}$ = (-32; 144) d) $\vec{E}$ = (16; 288)
e) $\vec{E}$ = (32; 144)

55. Una carga de 20mC y 2kg de masa se encuentra en equilibrio tal como se muestra en la figura, donde existe un campo eléctrico uniforme de 4.10^3 N/C. Si el resorte "1" ($K_1 = 25$N/cm) está estirado 4cm. Hallar la deformación del resorte "2"; ($K_2 = 20$N/cm).



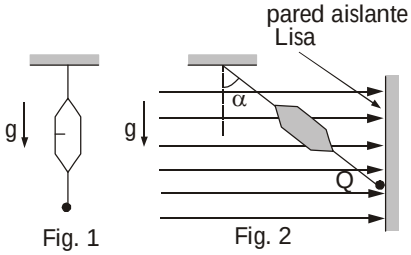
a) 1 cm b) 2 cm c) 4 cm
d) 5 cm e) 6 cm

56. Hallar el período (en segundos) de oscilación de un péndulo simple de un metro de longitud y 200 gramos de masa, que está en una región donde hay un campo uniforme de 6.10^4 N/C y la masa pendular tiene una carga de $20\,\mu C$.



a) π b) 2π c) $\pi/4$
d) $\pi/2$ e) $\pi/3$

57. La figura "1" muestra una carga de 20mC sostenida de un dinamometro, que marca 40N. Hallar la nueva lectura en el dinamómetro si ahora existe un campo eléctrico uniforme horizontal de 3500 N/C y además la reacción de la pared vertical es de 40N, en la figura "2".



a) 40 N b) 50 c) 80
d) 90 e) Falta el valor que "α"

58. En cierta región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme $E = 18.10^{-3}$ N/C, un electrón es lanzado con una velocidad de $6,4.10^6$ m/s, en la misma dirección y sentido de las líneas del campo. Después de qué tiempo retornará al punto de lanzamiento, si se desprecia los efectos gravitatorios. Considere los siguientes datos para el electrón.
$q = -1,6.10^{-19}$ C; $m = 9.10^{-31}$ kg

a) 2ms b)3 c) 4
d) 6 e) 10

59. En el interior de un carro, existe un péndulo simple cuya masa pendular es de 20 gramos y su carga de $4\,\mu C$. En la figura 1 la aceleración $a_1 = 6m/s^2$, hace que el péndulo forme un ángulo "θ" con la vertical. Si en la figura 2 existe un campo eléctrico uniforme $E = 10^4$ N/C. ¿Cuál debe ser la aceleración a_2 para que el ángulo siga siendo el mismo ($g = 10m/s^2$).

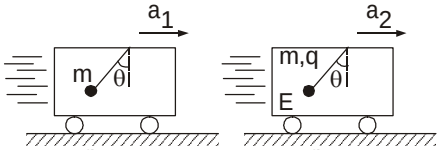
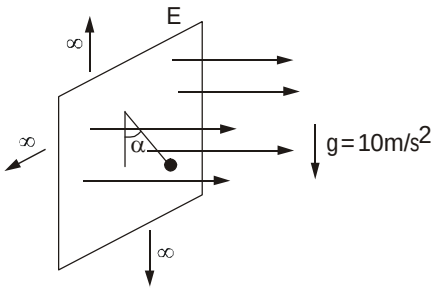


fig. 1 fig. 2

a) 5 m/s^2 b) 4 m/s^2 c) 3 m/s^2
d) 2 m/s^2 e) 1 m/s^2

60. Un plano cargado eléctricamente crea un campo uniforme cuya intensidad es 2.10^4 N/C. Una carga de 0,8N de peso y 3.10^{-5} Coulomb es unida a este plano mediante una cuerda aislante. ¿Qué ángulo formará con el plano la cuerda que sostiene a la carga, si está en equilibrio?



a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

Claves

01.	d
02.	d
03.	e
04.	a
05.	d
06.	c
07.	d
08.	a
09.	c
10.	b
11.	d
12.	b
13.	d
14.	b
15.	c
16.	d
17.	c
18.	a
19.	b
20.	b
21.	d
22.	b
23.	d
24.	c
25.	b
26.	c
27.	c
28.	b
29.	d
30.	c

31.	b
32.	b
33.	b
34.	e
35.	b
36.	b
37.	b
38.	c
39.	c
40.	a
41.	d
42.	c
43.	a
44.	a
45.	a
46.	a
47.	b
48.	b
49.	e
50.	b
51.	c
52.	c
53.	b
54.	b
55.	b
56.	d
57.	b
58.	c
59.	b
60.	b

Capítulo

18 CORRIENTE Y RESISTENCIA ELÉCTRICA

ELECTROCINÉTICA

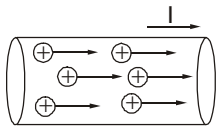
CORRIENTE ELÉCTRICA

Es el flujo de partículas cargados a través de un material conductor impulsadas por la presencia de un campo eléctrico.

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA (I)

Esta magnitud escalar nos indica la cantidad de carga que circula por la sección transversal de un conductor en cada unidad de tiempo.

$$I = \frac{q}{t}$$



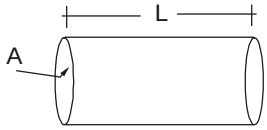
q = carga que circula por la sección del conductor.
t = tiempo para la circulación de "q".

Unidad: Coulomb / segundo = Ampere (A)

RESISTENCIA ELÉCTRICA (R)

Todo material se opone al paso de la corriente eléctrica ejerciendo determinada resistencia la cual depende de las dimensiones geométricas del conductor y del material que lo constituye, se mide en ohmios (Ω).

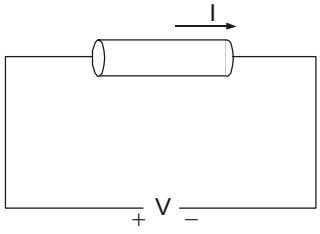
$$R = \rho \frac{L}{A}$$ Ley de Poulliet



ρ = resistividad del material

LEY DE OHM

Para la gran mayoría de conductores metálicos se verifica que la intensidad de corriente que circula por ellos es directamente proporcional a la diferencia de potencial que se conecta en sus extremos, la constante de proporcionalidad es la resistencia eléctrica del conductor.

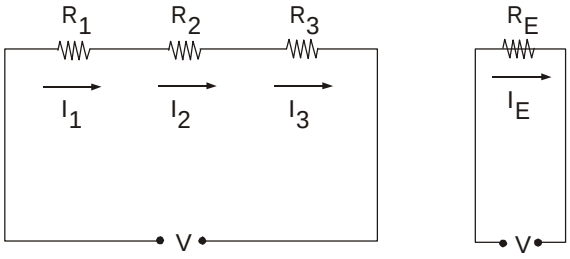


$$V = R\,I$$

V = diferencia de potencial aplicada al conductor.
I = intensidad de corriente en el conductor.
R = resistencia eléctrica del conductor.

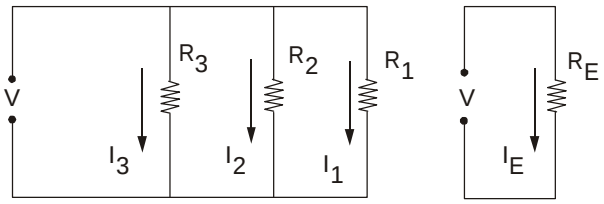
ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

I. En serie:



* $I_1 = I_2 = I_3 = I_E$
* $V = V_1 + V_2 + V_3$
* $R_E = R_1 + R_2 + R_3$

II. En paralelo:

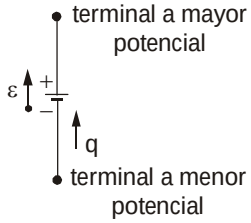


* $V_1 = V_2 = V_3 = V$
* $I_E = I_1 + I_2 + I_3$
* $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

FUERZA ELECTROMOTRIZ (ε)

Esta magnitud escalar mide la energía que una fuente entrega a cada unidad de carga positiva que pasa por ella de menor mayor potencial.

$$\varepsilon = \frac{W}{q}$$



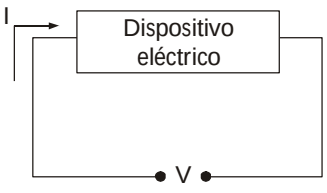
W = energía que entrega la fuente a la carga "q".
q = carga que circula por la fuente.

Unidad: Joule/Coulomb = volt

POTENCIA ELÉCTRICA (P)

Esta magnitud nos indica la cantidad de energía que un dispositivo eléctrico entrega o recibe en cada unidad de tiempo.

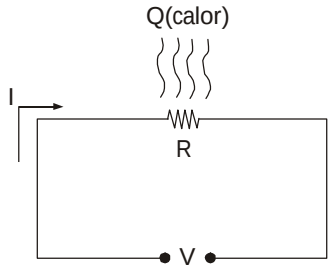
$$P = V\,I$$



V = diferencia de potencial aplicada-
I = intensidad de corriente que pasa por el dispositivo.

EFECTO JOULE

Se denomina así a la producción de calor cuando una intensidad de corriente atraviesa un conductor.



$$E_{(gastada\ )} = P_{gastada}\ t = V\ It\ (calorías\ )$$

$$\boxed{Q_{(calor)} = 0{,}24\ V\ It\ (calorías)}$$

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Si por un conductor circula una corriente de 4A, determinar el número de electrones que circulan por el conductor en 2s.

a) 5.10^{18} b) 5.10^{19} c) 5.10^{17}
d) 2.10^{20} e) 12.10^{20}

02. En un tubo de televisión el haz electrónico transporta $2{,}5.10^{13}$ electrones/s. Determine la intensidad de corriente que representa dicho haz.

a) $2\,\mu A$ b) $4\,\mu A$ c) $8\,\mu A$
d) $1\,\mu A$ e) $3\,\mu A$

03. En un tubo fluorescente los iones positivos transportan +3C hacia la derecha y simultáneamente los iones negativos transportan -2C hacia la izquierda en un intervalo de tiempo de 2s. Halle la corriente convencional en el tubo.

a) 0,5 A hacia la derecha.
b) 0,5 A hacia la izquierda.
c) 2,5A hacia la derecha.
d) 2,5A hacia la izquierda.
e) 3A hacia la izquierda.

04. Un alambre de cobre tiene una resistencia de $10\,\Omega$. Cuál será la resistencia de otro alambre de cobre cuya sección transversal sea el doble y longitud el triple.

a) $1{,}5\,\Omega$ b) $30\,\Omega$ c) $5\,\Omega$
d) $15\,\Omega$ e) $12\,\Omega$

05. Se conectan en serie una resistencia de $10\,\Omega$ y un reóstato a una diferencia de potencial de 120V. ¿Cuál debe ser el valor de la resistencia de reóstato, si se quieren obtener intensidades de 1A, 2A y 3A?

a) $11\,\Omega$, $3\,\Omega$ y $5\,\Omega$
b) $12\,\Omega$, $5\,\Omega$ y $3\,\Omega$
c) $110\,\Omega$, $50\,\Omega$ y $30\,\Omega$
d) $9\,\Omega$, $12\,\Omega$ y $6\,\Omega$
e) $1\,\Omega$, $20\,\Omega$ y $3\,\Omega$

06. Un cable de densidad de $8g/cm^3$ y resistividad $1.6\ 10^{-8}\,\Omega$ m tiene una masa de 200 kg y una resistencia de $0{,}64\,\Omega$. ¿Cuál es el valor de su longitud y sección recta?

a) 2 km y 12,5 mm^2
b) 1 km y 25 mm^2
c) 0,5 km y 50 mm^2
d) 4 km y 6,25 mm^2
e) 3 km y 4 mm^2

07. Un alambre de cobre tiene una resistencia de $9\,\Omega$ si se le estira mecánicamente hasta que su longitud se quintuplique. Hallar la corriente que circula por esta última resistencia si se le aplica a sus extremos una diferencia de potencial de 675V.

a) 1 A b) 4 A c) 3 A
d) 15 A e) 10 A

08. Se tiene un alambre conductor rectilíneo de cobre cuya sección transversal es de 0,86 mm^2, que transporta una corriente de 2A. Hallar la intensidad de campo eléctrico en su interior en N/C.

Si: $\rho_{cobre} = 1{,}72.10^{-8}\,\Omega m$

a) 0,01 b) 0,02 c) 0,03
d) 0,04 e) 0,1

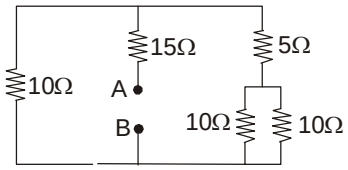
09. Un alambre conductor tiene a 20°C una resistencia de $110\,\Omega$ y a 220°C su resistencia es de $112\,\Omega$. Halle su resistencia a 100°C. Suponer que la resistencia del conductor varía linealmente con la temperatura.

a) $111\,\Omega$ b) $110{,}5\,\Omega$ c) $110{,}8\,\Omega$
d) $111{,}5\,\Omega$ e) $1\,\Omega$

10. En la pregunta anterior, determine el coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura.

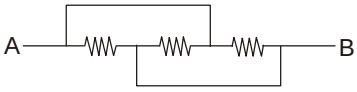
a) $4{,}7.10^{-5}\ °C^{-1}$ b) $6{,}1.10^{-5}\ °C^{-1}$
c) $3{,}9.10^{-5}\ °C^{-1}$ d) $9{,}1.10^{-5}\ °C^{-1}$
e) $7.10^{-5}\ °C^{-1}$

11. En el circuito, calcular la resistencia equivalente entre los puntos "A" y "B".



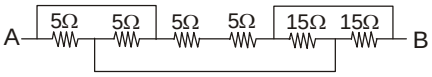
a) $5\,\Omega$ b) $10\,\Omega$ c) $15\,\Omega$
d) $20\,\Omega$ e) $1\,\Omega$

12. Si cada resistencia es de $6\,\Omega$; determine la resistencia equivalente entre "A" y "B".



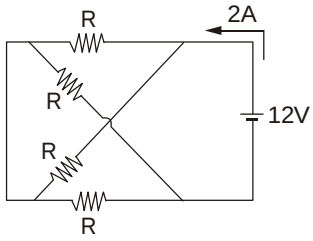
a) $18\,\Omega$ b) $2\,\Omega$ c) $6\,\Omega$
d) $12\,\Omega$ e) $14\,\Omega$

13. Hallar la resistencia equivalente entre los terminales "A" y "B".



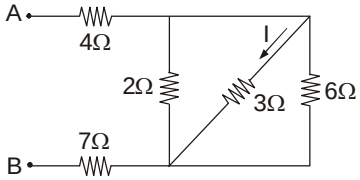
a) 8 Ω b) 6 Ω c) 7 Ω
d) 5 Ω e) 9 Ω

14. En el circuito, hallar: "R" en ohmios.



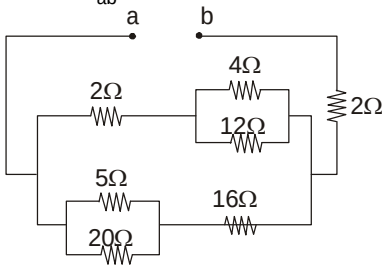
a) Más de 6 b) 12 c) 18
d) Menos de 6 e) 6

15. Si la diferencia de potencial entre "A" y "B" es de 6V, hallar la intensidad de corriente "I".



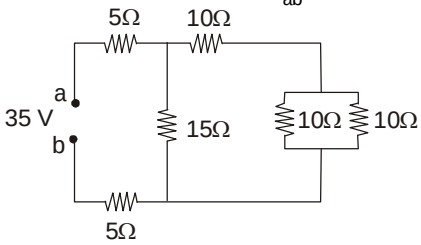
a) 3/2A b) 2/3A c) 1/6A
d) 6A e) 3A

16. Encontrar la diferencia de potencial en la resistencia de 16 Ω , si V_{ab} = 12 voltios.



a) 1,6V b) 3,2V c) 6,4V
d) 0,8V e) 12V

17. En el circuito, encontrar el calor producido por segundo en la resistencia de 15 Ω , si V_{ab} = 35 voltios.

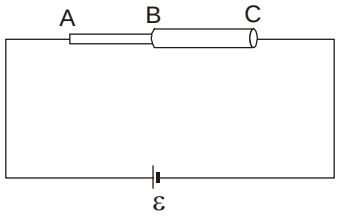


a) 60 W b) 45 W c) 30 W
d) 15 W e) 5 W

18. En un circuito en funcionamiento, para dos resistencias en paralelo ($R_1 > R_2$), se cumple que:

a) En ambas circula la misma corriente.
b) En R_1 se disipa más energía que en R_2.
c) En R_1 la caída de voltaje es mayor que en R_2.
d) En R_2 se disipa más energía que en R_1.
e) En R_1 circula más corriente que en R_2.

19. Los alambres AB y BC están hechos del mismo material y tiene la misma longitud pero BC es más grueso que AB. Señale la afirmación correcta.

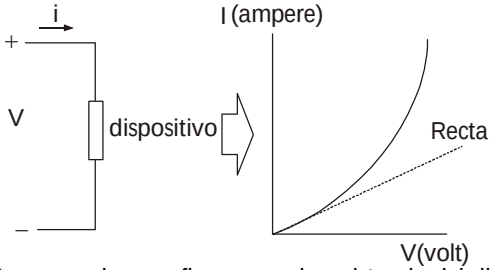


a) La resistividad de AB es mayor que la de BC.
b) La resistencia de AB es igual que la de BC.
c) $V_{AB} < V_{BC}$.
d) El campo eléctrico es nulo en el interior de los conductores AB y BC.
e) Todas las afirmaciones anteriores son falsas.

20. Dos artefactos eléctricos domésticos consumen potencias de 100W y 1000W, cuando son conectados a 220V, entonces:

a) El de mayor potencia tiene mayor resistencia equivalente.
b) El de menor potencia tiene mayor resistencia equivalente.
c) Depende del tamaño de los equipos, para decir cual tiene más resistencia interna.
d) Pueden ser de igual resistencia equivalente.
e) Falta información.

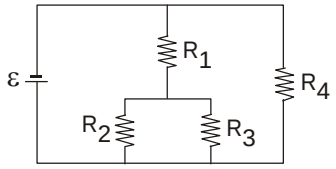
21. La gráfica que se muestra nos indica cómo varia la corriente "i" en el dispositivo, al variar la diferencia de potencial "V".



Luego podemos afirmar que, la resistencia del dispositivo ..... al ..... la diferencia de potencial "V".

a) aumenta - aumentar
b) aumenta - disminuir
c) es constante - aumentar
d) es constante - disminuir
e) disminuye - disminuir

22. Las resistencias R_1, R_2, R_3 y R_4 son de iguales valores. ¿Cuál de ellas desarrolla mayor potencia?



a) R_1 b) R_2 c) R_3
d) R_4 e) Ninguna.

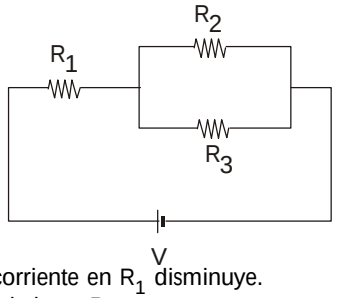
23. Se estima que una corriente de 0,05 A es mortal. De las siguientes razones que se enuncian. Diga cuáles de ellas justifican dicha estimación:
I. Por que la corriente produce la electrólisis de los líquidos de las células y por lo tanto las destruyen.
II. La corriente contrarresta el influjo nervioso, produce la parálisis de los centros nerviosos, del corazón y de los centros respiratorios.
III. El efecto Joule produce quemaduras internas.

a) Sólo I b) Sólo II c) I y II
d) I, II y III e) Ninguna

24. Marcar la alternativa correcta:

a) A través de una resistencia se consume corriente eléctrica.
b) La corriente que pasa por un conductor es inversamente proporcional a la diferencia de potencial en sus extremos.
c) En un conductor, los protones se mueven a favor del campo eléctrico.
d) La intensidad de corriente en un conductor es directamente proporcional a la intensidad de campo eléctrico en él.
e) Ninguna anterior es correcta.

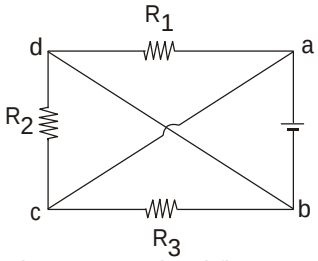
25. La figura muestra tres resistencias diferentes conectadas a una fuente de voltaje; si quitamos la resistencia R_3. Indicar verdadero (V) o falso (F):



I. La corriente en R_1 disminuye.
II. El voltaje en R_1 aumenta.
III. La corriente en R_2 no varía.

a) FVF b) VFF c) FFF
d) VVF e) VFV

26. En el circuito mostrado, calificar las siguientes afirmaciones como verdaderas (V) o falsas (F):



I. La corriente convencional fluye en R_2 de "c" hacia "d".
II. Los electrones fluyen por el cable de "b" hacia "d".
III. Los electrones fluyen por el cable de "a" hacia "c".

a) VVV b) VFF c) FVV
d) VVF e) FFV

27. Una resistencia eléctrica está conectada a una cierta diferencia de potencial constante. Si dicha resistencia se reemplaza por otra que es el triple, manteniendo la diferencia de potencial constante, entonces la cantidad de calor que desprende por segundo:

a) Se triplicaría
b) Se duplicaría
c) No varía
d) Se sextuplicaría
e) Se reduciría a la tercera parte

28. Sobre un motor se lee "110V - 220W". Calcular la resistencia que se debe conectar en serie con este motor para poder utilizarlo con una diferencia de potencial de 150V.

a) $20\,\Omega$ b) $10\,\Omega$ c) $30\,\Omega$
d) $25\,\Omega$ e) $5\,\Omega$

29. Una estufa eléctrica de 1200W está proyectada para funcionar a 120V. Si el voltaje baja a 100V, ¿qué potencia absorberá la estufa?
a) 833,3 W b) 126,6 W c) 566,6 W
d) 1000 W e) 33,3 W

30. Una resistencia de $10\,\Omega$ está dentro de 2000g de agua. Una corriente de 10A la atraviesa durante un tiempo de 418,6s. ¿Cuál fue el aumento de temperatura del agua?

a) 10°C b) 20°C c) 30°C
d) 40°C e) 50°C

31. La corriente en un circuito en serie simple es de 5A. Cuando se conecta una resistencia adicional de $2\,\Omega$ el circuito disminuye su intensidad en una unidad. ¿Cuál fue la resistencia original del circuito en Ω?

a) 3 b) 8 c) 16
d) 9 e) 2

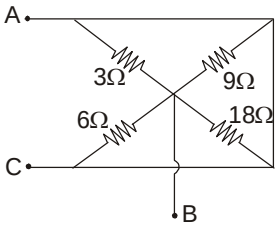
32. ¿Qué intensidad de corriente puede transmitirse por un alambre de cobre de 3400m de longitud y 28 mm de diámetro, si la diferencia de potencial entre sus extremos es de 8V? ($\rho_{cobre} = 1{,}7.10^{-8}\,\Omega m$)

a) 5,2A b) 85,2A c) 100A
d) 300A e) 7 A

33. Una pequeña lámpara diseñada para trabajar con 6V enciende normalmente, siendo su resistencia de $20\,\Omega$. ¿Qué resistencia habrá que conectarle en serie para que queda funcionar con una batería ideal de 8V?

a) $1{,}34\,\Omega$ b) $3{,}51\,\Omega$ c) $5{,}88\,\Omega$
d) $7{,}58\,\Omega$ e) $6{,}67\,\Omega$

34. Hallar la resistencia equivalente entre "A" y "B".



a) $2\,\Omega$ b) $1{,}5\,\Omega$ c) $0{,}66\,\Omega$
d) $8\,\Omega$ e) $36\,\Omega$

35. Una línea de cobre de diámetro 8mm ha de ser sustituida por otra de hierro de igual longitud y de la misma resistencia. ¿Qué diámetro habrá de tener el nuevo alambre?

$\rho_{Cu} = 0.017\,\Omega mm^2/m$

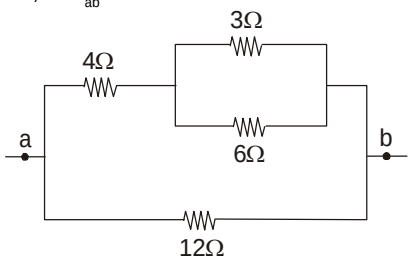
$\rho_{Fe} = 0.107\,\Omega mm^2/m$

a) 8 mm b) 9 mm c) 20 mm
d) 10 mm e) 27,8 mm

36. Un alambre de 1000m de longitud y de resistividad $5.10^{-8}\,\Omega m$, está conectado a un voltaje de 100V. ¿Cuál debe ser su sección si queremos que una corriente de 2A lo atraviese?

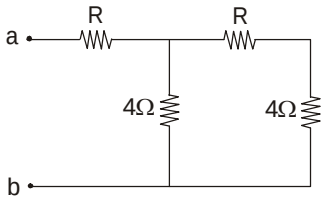
a) $1\,mm^2$ b) $2\,mm^2$ c) $3\,mm^2$
d) $4\,mm^2$ e) $6\,mm^2$

37. ¿Cuál es la intensidad de la corriente en la resistencia de $3\,\Omega$, si $V_{ab} = 12V$?



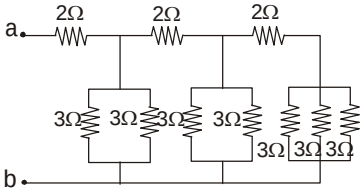
a) 3 A b) 1,33 A c) 2 A
d) 2,1 A e) 4 A

38. Si la resistencia equivalente entre a y b es $11\,\Omega$. ¿Cuál es el valor de R?



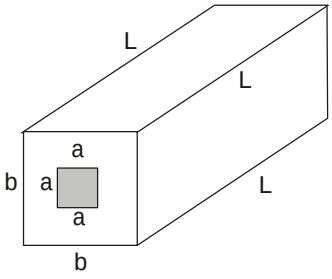
a) $1\,\Omega$ b) $2\,\Omega$ c) $4\,\Omega$
d) $8\,\Omega$ e) $3\,\Omega$

39. Halle la resistencia equivalente entre los puntos a y b.



a) $3\,\Omega$ b) $2\,\Omega$ c) $1\,\Omega$
d) $0{,}5\,\Omega$ e) $4\,\Omega$

40. Un cable de sección cuadrada y longitud "L" está formado por 2 metales, como muestra la figura. El interior de resistividad ρ_1 y el exterior de resistividad ρ_2. Hallar la resistencia de este alambre.



a) $\rho_2\rho_1 L/[\rho_2 a^2 + \rho_1 b^2]$

b) $\rho_2\rho_1 L/[\rho_1 a^2 + \rho_1 b^2]$

c) $\rho_2\rho_1 L/[\rho_1 a^2 + \rho_2 (b^2 - a^2)]$

d) $\rho_2\rho_1 L/[\rho_2 a^2 + \rho_1 (b^2 - a^2)]$

e) N.A.

41. Una plancha consume una potencia de 600W cuando está conectada a una diferencia de potencial de 120V. Calcular la intensidad que atraviesa la plancha y su resistencia.

a) 24 A y $5\,\Omega$ b) 5 A y $24\,\Omega$
c) 12 A y $6\,\Omega$ d) 6 A y $12\,\Omega$
e) 4 A y $5\,\Omega$

42. Un fusible conectado en serie con un tomacorriente de 120V se funde cuando la corriente pasa de 5A. ¿Cuántas lámparas "50W.120V" pueden conectarse en paralelo?

a) 12 b) 10 c) 8
d) 6 e) 4

43. Sobre dos lámparas se lee "120V-120W" y "120V-360W". Calcular la intensidad de corriente que circulará por ambas si se conectan en serie a una diferencia de potencial de 240V.

a) 1 A b) 3 A c) 2 A
d) 1,5 A e) 4 A

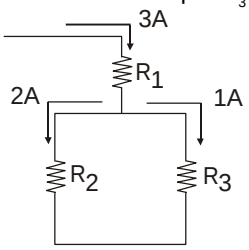
44. Se conecta en serie una resistencia de $10\,\Omega$ y un motor a una diferencia de potencial de 120V. La corriente que atraviesa el conjunto es de 2A. Hallar la potencia consumida en el motor.

a) 40 W b) 200 W c) 100 W
d) 400 W e) 4W

45. ¿Qué potencia consumen 2 lámparas en serie de $30\,\Omega$ y $60\,\Omega$, si la corriente que circula por la primera es de 2A?

a) 1440 W b) 540 W c) 120 W
d) 180 W e) 360 W

46. Hallar la potencia consumida por R_3. ($R_2 = 1\,\Omega$)



a) 1 W b) 2 W c) 3 W
d) 4 W e) 5 W

47. Tres resistencias iguales asociadas en serie consumen una potencia de 18W. Si se les asocia en paralelo bajo la misma diferencia de potencial, calcular la potencia que consumen.

a) 18 W b) 54 W c) 162 W
d) 180 W e) 6 W

48. Hallar la "I" que circula por un calentador eléctrico de $20\,\Omega$ para que en 15 minutos caliente 240 gramos de agua desde 0°C hasta 100°C. (1 Joule = 0,24 calorías)

a) 0,86 A b) 14,1 A c) 2,36 A
d) 7,07 A e) 8,54 A

49. Una cocina eléctrica tarda 25 minutos en hacer hervir 3 litros de aceite, cuando está conectada a 220V. ¿Cuántos minutos tardará en hacer hervir la misma cantidad de aceite cuando está conectada a 110V?

a) 50 b) 100 c) 25
d) 12,5 e) 5

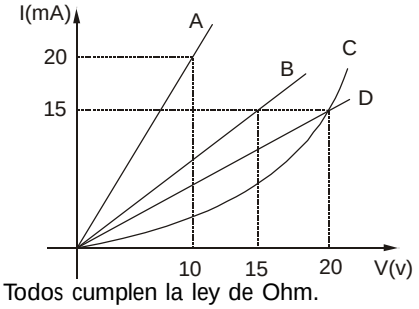
50. Una cocina eléctrica funciona durante 10 horas alimentándose con una diferencia de potencial de 220V sabiendo que su resistencia es de $100\,\Omega$ y que cada kW-hr cuesta \$3.0. Halle el costo de dicho funcionamiento.

a) \$ 24,52 b) \$34,86 c) \$42,91
d) \$74,91 e) \$14,52

51. Sobre las propiedades de la corriente eléctrica, indicar la veracidad (V) o falsedad (F), de las siguientes proposiciones:
( ) La dirección de la corriente es la del campo eléctrico en un conductor.
( ) La dirección de la densidad de corriente es la misma para cargas positivas y negativas que se mueven en una solución de cloruro de sodio.
( ) Los circuitos eléctricos transportan energía cuando por ellos circula una corriente eléctrica.

a) VFF b) FVV c) FFV
d) VVV e) FVF

52. En un laboratorio, se hacen pruebas con cuatro materiales conductores; de manera que sus comportamientos al aplicarle voltajes se muestran en la figura. Indique cuál de las proposiciones es correcta.



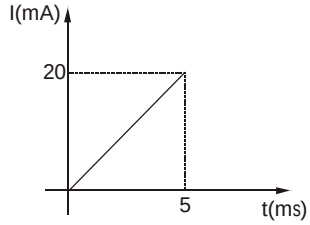
I. Todos cumplen la ley de Ohm.
II. El cuerpo A es el de menor resistencia.
III. La resistencia del cuerpo C es constante e igual a 4/3 kW.

a) Sólo I b) Sólo II c) Sólo IV
d) I y II e) II y III

53. Respecto de los conductores, elementos no óhmicos, indicar la veracidad (V) o falsedad (F) de las siguientes proposiciones:
( ) Los conductores metálicos se comportan como elementos óhmicos cuando su temperatura se mantiene constante.
( ) La resistividad de los semiconductores aumenta al aumentar su temperatura.
( ) En todo elemento no óhmico, al aumentar la diferencia de potencial a la que es expuesto, aumenta la intensidad de la corriente en él.

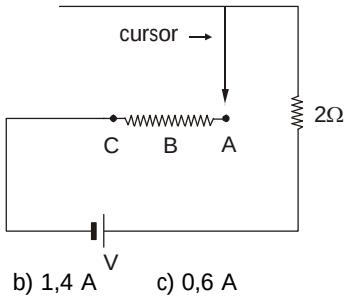
a) VVV b) FFF c) FFV
d) VFF e) VFV

54. Por la sección transversal de un conductor metálico circula una corriente, cuya intensidad varía con el tiempo según la gráfica adjunta. Determine el número de electrones que atraviesa la sección transversal desde t = 3 ms hasta t = 5 ms.



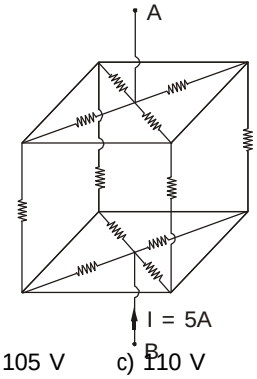
a) 4.10^{14} b) 8.10^{14} c) 2.10^{14}
d) 10^{14} e) $0,5.10^{14}$

55. En el circuito mostrado, determine la intensidad de corriente que circula, cuando el cursor se coloca en B, si al colocarlo en A y luego en C, la corriente en el circuito varía en 3A. Considere el resistor AC homogéneo de 6W y BC = 2AB.



a) 0,8 A b) 1,4 A c) 0,6 A
d) 1,6 A e) 1,2 A

56. En la figura mostrada, determinar el potencial en A, si cada resistencia vale R = 8W y el potencial en B es 130V.

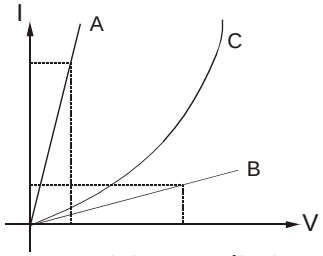


a) 100 V b) 105 V c) 110 V
d) 115 V e) 120 V

57. La intensidad de corriente "I" de un conductor varía con el tiempo "T", según la ecuación: I = 4+2T, donde "I" se expresa en ampere y "T" en segundos.
1) ¿Qué cantidad de carga pasa por la sección transversal del conductor durante el intervalo de tiempo comprendido entre t_1 = 2s y t_2 = 6s ?
2) ¿A qué intensidad de corriente continua pasaría por la sección transversal del conductor durante el mismo tiempo, la misma cantidad de carga?

a) 12A y 12C b) 48A y 24C
c) 12A y 48C d) 24A y 32C
e) 12A y 72C

58. Se muestra el comportamiento de la intensidad de corriente a través de 3 elementos resistivos, conforme se les sometió a distintos voltajes. Indique la veracidad o falsedad, de las siguientes proposiciones:



I. Los 3 elementos resistivos son óhmicos.
II. B presenta mayor resistencia eléctrica que A.
III. Conforme aumenta el voltaje, la resistencia eléctrica de C aumenta.

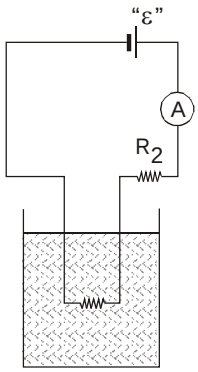
a) VVV b) VFF c) FVV
d) FFV e) FVF

59. La resistencia del hilo de tungsteno de una lámpara eléctrica a la temperatura de 20°C es igual a 35,8W. ¿Cuál será la temperatura del hilo de la lámpara, si al conectarlo en un circuito de 120V de tensión por el hilo fluye una corriente de 0,33A?

$\rho_{tungsteno} = 4,6.10^{-3} \circ C^{-1}$.

a) 2000°C b) 3000°C c) 2010,7°C
d) 2200°C e) 2876,6°C

60. En la figura, "e" es una batería de 120V de F.e.m. R_2 = 10W, B es una tetera eléctrica. El amperímetro marca 2A. ¿Cuánto tiempo tarda en hervir 0,5 L de agua en la tetera, hallándose a la temperatura inicial de 4°C? Se desprecian las resistencias de la batería y del amperímetro. El rendimiento del hornillo de la tetera es de 76%.



a) 10 min b) 12 min c) 22 min
d) 21 min e) 16 min

Claves

01.	b
02.	b
03.	c
04.	d
05.	c
06.	b
07.	c
08.	d
09.	c
10.	d
11.	d
12.	b
13.	d
14.	e
15.	c
16.	c
17.	d
18.	d
19.	e
20.	b
21.	b
22.	d
23.	d
24.	d
25.	b
26.	d
27.	e
28.	a
29.	a
30.	e

31.	b
32.	b
33.	e
34.	b
35.	c
36.	a
37.	b
38.	d
39.	a
40.	d
41.	b
42.	a
43.	d
44.	b
45.	e
46.	b
47.	c
48.	c
49.	b
50.	e
51.	d
52.	b
53.	d
54.	c
55.	d
56.	a
57.	c
58.	e
59.	c
60.	c

Capítulo

19 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

CORRIENTE ELÉCTRICA

La dirección de la corriente es aquella que seguirían las cargas positivas, a pesar de que los portadores de carga sean negativos.

CONSERVACIÓN DE LA CARGA

En una unión (nodo) cualquiera de un circuito eléctrico, la corriente total que entra en dicha unión tiene que ser igual a la corriente que sale.

En la regla anterior, el término "unión" denota un punto en un circuito donde se juntan varios segmentos. La regla de unión (algunas veces llamada primera ley de Kirchhoff) es, en realidad, una afirmación relativa a la conservación de la carga eléctrica.

FUERZA ELECTROMOTRIZ

Casi todos los circuitos requieren una fuente externa de energía para mover una carga eléctrica a través de ellos. Por tanto, el circuito debe contener un dispositivo que mantenga la diferencia de potencial entre dos puntos.

Al dispositivo que realiza esta función en un circuito eléctrico, se le llama fuente (o sede) de la fuerza electromotriz (cuyo símbolo es E y se abrevia fem). Algunas veces, conviene concebirla como un mecanismo que crea una "colina" de potencial y que mueve la carga hacia arriba, de donde la carga fluye hacia abajo atravesando el resto del circuito. Una fuente común de fuerza electromotriz es la batería ordinaria; otra es el generador eléctrico de las plantas de energía.

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

El circuito eléctrico más simple se compone de una fuente de fuerza electromotriz (una batería por ejemplo) y un dispositivo de circuito (digamos un resistor). Entre los ejemplos de esta clase de circuito, se encuentran las linternas o los calentadores eléctricos. En la figura, vemos un circuito formado por una batería y un resistor R. La notación simbólica de los circuitos para un resistor es ⩙.

A menudo, cuando analizamos circuitos queremos determinar la magnitud y la dirección de la corriente, conociendo su fuerza electromotriz y sus resistores.

El primer paso del análisis consiste en suponer la dirección de la corriente.

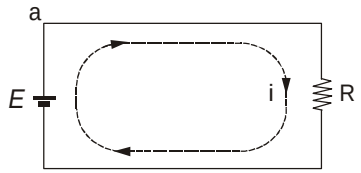
Cuando analizemos el circuito mediante el método de diferencias de potencial, lo recorremos una vez y llevamos un registro de las diferencias en cada uno de sus elementos.

Comenzaremos en un punto cualquiera, recorreremos una vez el circuito sumando todas las diferencias de potencial y luego retornaremos al punto de partida donde debemos encontrar el mismo potencial con que empezamos. El procedimiento puede sintetizarse en los siguientes términos:

La suma algebraica de las diferencias de potencial alrededor de una malla completa de circuito ha de ser cero.

A la regla anterior se le conoce como regla de la malla (y en ocasiones se la designa como segunda ley de Kirchhoff). En última instancia, es una afirmación concerniente a la conservación de la energía.

Una vez más, comenzando en a y avanzando en el sentido de las manecillas del reloj, primero encontramos una diferencia negativa de potencial de -iR y luego una diferencia positiva de $+E$. Al hacer cero la suma de estas diferencias de potencial, se obtiene



$$-iR+E=0$$

o bien

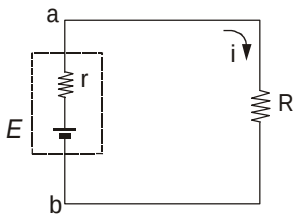
$$i = \frac{E}{R}$$

Hemos calculado la corriente del circuito, con lo cual termina nuestro análisis.

RESISTENCIA INTERNA DE UNA FUENTE DE FUERZA ELECTROMOTRIZ

En contraste con las baterías ideales que hemos venido estudiando hasta ahora, las reales presentan resistencia interna. Ésta caracteriza a los materiales de que están hechas. No es posible eliminarla pues se trata de una parte intrínseca de ellas; casi siempre nos gustaría hacerlo, ya que la resistencia interna produce efectos indeseables como aminorar el voltaje terminal de la batería y limitar la corriente que puede fluir en el circuito.

El circuito de la figura mostrado anteriormente, y es posible determinar la corriente con sólo adaptar la ecuación, a uno de los elementos mostrado anteriormente .



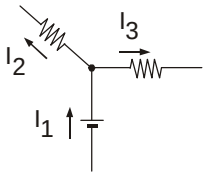
$$i = \frac{E}{R+r}$$

La diferencia de potencial entre las terminales de la batería es $\Delta V_{ab} = V_a - V_b = E - ir$.

$$\Delta V_{ab} = E\,\frac{R}{R+r}$$

REGLAS DE KIRCHHOFF:

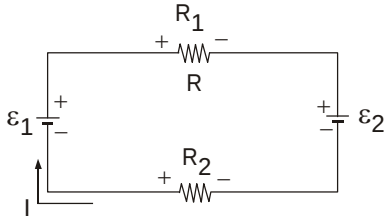
1. ***Regla de Nudos***:
   En todo nudo la suma algebraica de corrientes es cero, considerando positivas las corrientes que llegan al nudo y negativas las que salen.



$$\boxed{\sum I = 0}$$

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

2. ***Regla de la malla***:
   Al efectuar un recorrido cerrado por cualquier malla de un circuito, la suma algebraica de caídas y subidas de potencial es cero; considerando positivas las subidas de potencial y negativas las caídas.

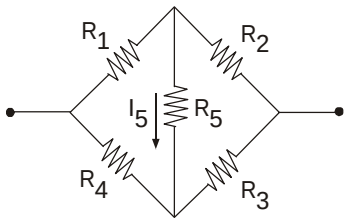


$$\boxed{\sum V = 0}$$

$$\varepsilon_1 - IR_1 - \varepsilon_2 - IR_2 = 0$$

Puente Wheatstone

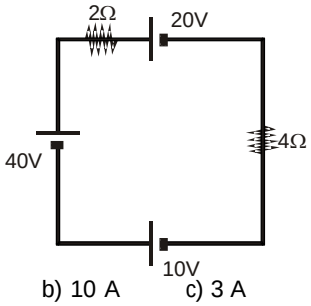
El circuito puente esta balanceado. Si: $I_5 = 0$ luego



$$\boxed{R_1 \times R_3 = R_2 \times R_4}$$

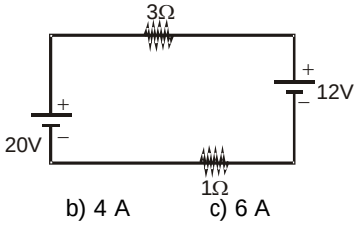
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. ¿Cuál será la intensidad que pasa por la resistencia de 4Ω?



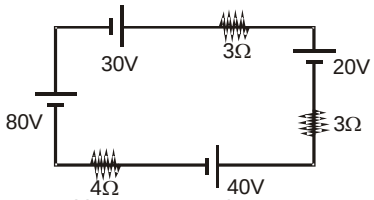
a) 2A b) 10 A c) 3 A
d) 5 A e) 4 A

02. ¿Qué intensidad de corriente circula por el circuito?



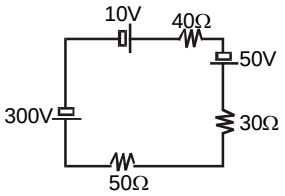
a) 3 A b) 4 A c) 6 A
d) 8 A e) 2 A

03. Determine la intensidad de corriente eléctrica que circula por el circuito:



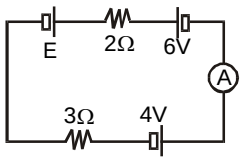
a) 5 A b) 6 A c) 7 A
d) 8 A e) 9 A

04. Determinar el sentido y la intensidad de la corriente eléctrica.



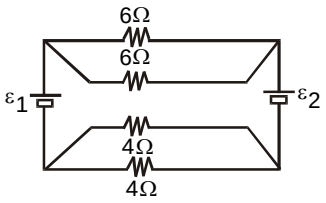
a) 2A ↷ b) 2A ↶ c) 3A ↷
d) 3A ↶ e) 1A ↶

05. En el circuito mostrado el amperímetro ideal indica 0,8A. Determinar la diferencia de potencial de la fuente ideal "E".



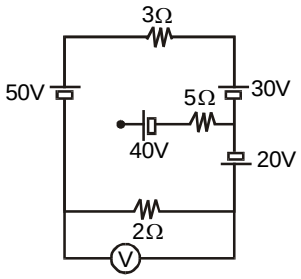
a) 2 V b) 6 V c) 8 V
d) 5 V e) 10 V

06. Hallar la potencia que entrega la fuente $\in_1 = 50V$, sabiendo que $\in_2 = 30V$.



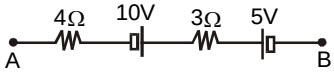
a) 50 w b) 75 w c) 150 w
d) 200 w e) 250 w

07. En el circuito, hallar la lectura del voltímetro ideal.



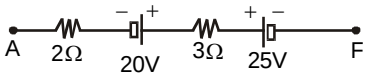
a) 2 V b) 4 V c) 8 V
d) 16 V e) 20 V

08. Hallar la diferencia de potencial $V_A - V_B$, si la intensidad de corriente de la rama que se muestra es de 3A. $V_A > V_B$.



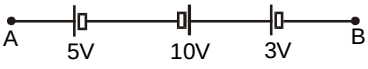
a) 15 V b) 17 V c) 19 V
d) 20 V e) 16 V

09. Calcular la intensidad de corriente que circula por el conductor, si la diferencia de potencial entre A y F es 30 V.
($V_A > V_F$).



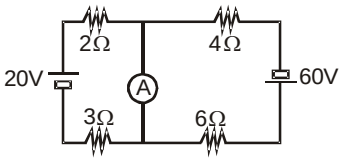
a) 1 A b) 3 A c) 5 A
d) 7 A e) 2 A

10. Para la asociación de fuerzas electromotrices mostradas en la figura, la diferencia de potencial $V_A - V_B$ es:



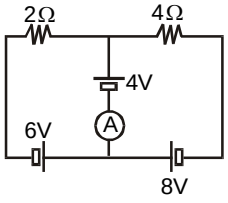
a) 18 V b) – 18 V c) 2 V
d) – 2 V e) 0 V

11.Hallar la lectura del amperímetro ideal.



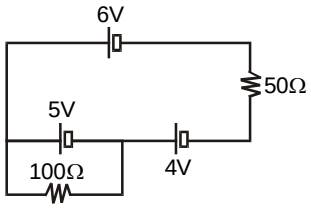
a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 5 A

12. En el circuito que muestra la figura, hallar la potencia disipada por R = 2W.



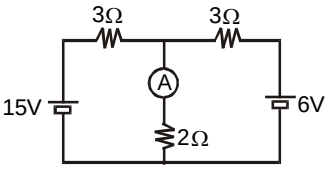
a) 20 w b) 40 w c) 50 w
d) 30 w e) 60 w

13. En el circuito, calcular la corriente en la resistencia de 50 W.



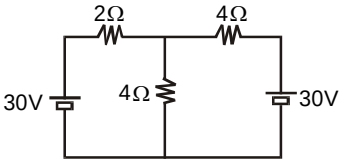
a) 0,05 A b) 0,06 A c) 0,04 A
d) 0,03 A e) 0,01 A

14. Dado el circuito, determine la lectura del amperímetro ideal.



a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 5 A

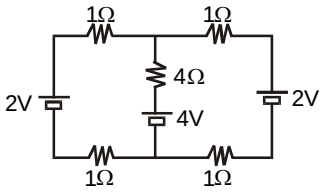
15. Calcular la potencia disipada por la resistencia R = 2W.



a) $\frac{120}{7}$ w b) $\frac{225}{4}$ w c) $\frac{225}{8}$ w

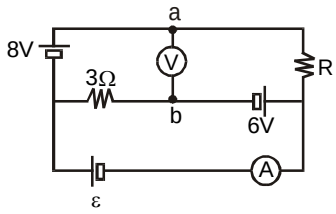
d) $\frac{225}{16}$ w e) 225 w

16. En el circuito indicado, determine la energía disipada por la resistencia R = 4W durante 100 s.



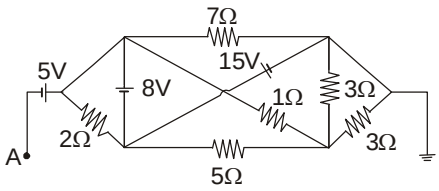
a) 8 J b) 16 J c) 32 J
d) 64 J e) 82 J

17. Los instrumentos ideales de la figura registran:
El voltímetro 14 V con el punto “a” en el potencial mayor.
El amperímetro 4A
Encuentre el valor de “R”



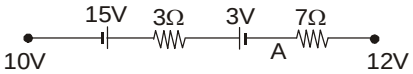
a) 2Ω b) 3,5 Ω c) 4 Ω
d) Depende del valor "e" e) 8 Ω

18. Hallar el potencial en el punto A.



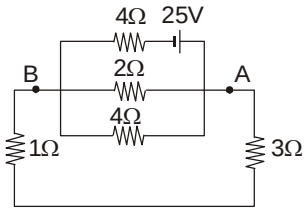
a) 5 V b) 8 V c) 15 V
d) 23 V e) 18 V

19. Hallar el potencial en el punto A.



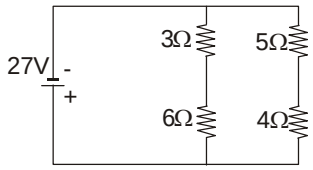
a) 10 V b) 15 V c) 18 V
d) 19 V e) 27 V

20. Calcular la diferencia de potencial entre los puntos A y B.



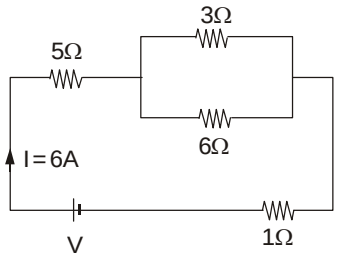
a) 5 V b) -10 V c) -5 V
d) 10 V e) 6 V

21. Calcular la intensidad de la corriente que circula por la resistencia de 3Ω.



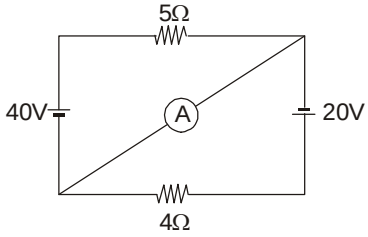
a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 5 A

22. Hallar la intensidad de la corriente que pasa por la resistencia de 3Ω.



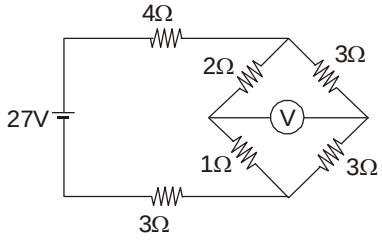
a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 5 A

23. Del circuito que se indica, determine la lectura del amperímetro ideal.



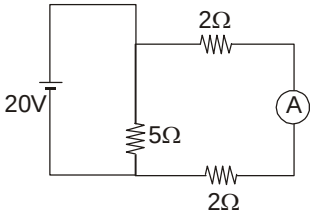
a) 3 A b) 4 A c) 5 A
d) 6 A e) 8 A

24. Determine la lectura del voltímetro ideal.



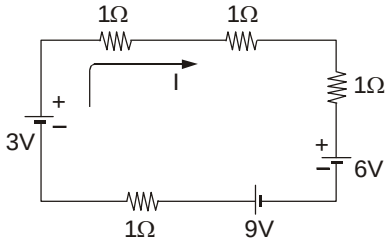
a) 1 V b) 2 V c) 3 V
d) 4 V e) 5 V

25. Calcular la lectura que indica el amperímetro ideal.



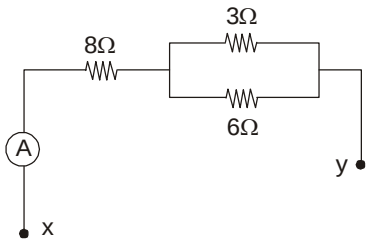
a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 5 A

26. Hallar la intensidad de corriente que circula a través del circuito.



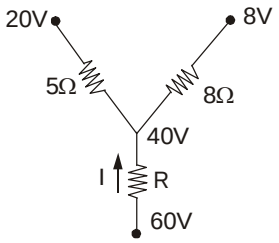
a) 1 A b) 1,5 A c) 2 A
d) 2,5 A e) 0,5 A

27. Determinar cuánto marcará un voltímetro conectado entre los terminales x e y, si el amperímetro ideal señala una corriente de 5A.



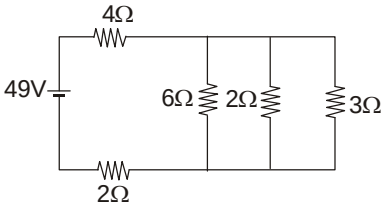
a) 10 V b) 20 V c) 30 V
d) 40 V e) 50 V

28. Hallar la intensidad de la corriente que circula por la resistencia R.



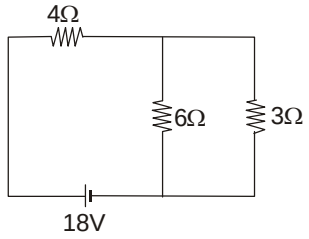
a) 2 A b) 4 A c) 8 A
d) 10 A e) 12 A

29. Determine la diferencia de potencial en los bornes de la resistencia de 4Ω.



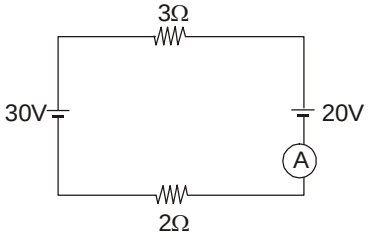
a) 20 V b) 23 V c) 28 V
d) 31 V e) 45 V

30. ¿De acuerdo al circuito mostrado, cuál es la intensidad de corriente que circula por la resistencia R = 3Ω?



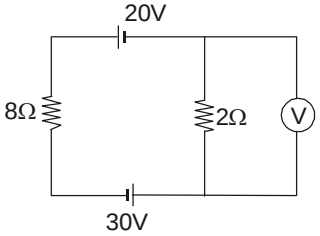
a) 1 A b) 2 A c) 4 A
d) 5 A e) 8 A

31. Calcular la lectura del amperímetro ideal.



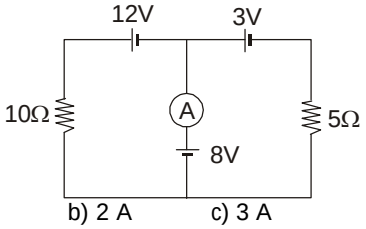
a) 1 A b) 2 A c) 2,5 A
d) 4 A e) 5 A

32. Hallar la lectura del voltímetro ideal.



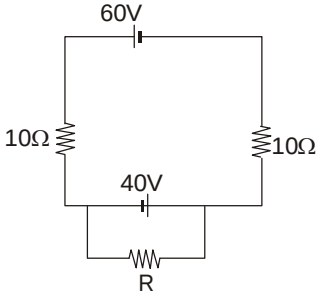
a) 2 V b) 4 V c) 5 V
d) 8 V e) 10 V

33. Calcular la lectura del amperímetro ideal.



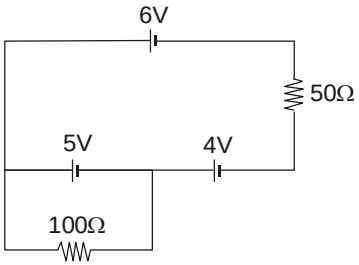
a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 5 A e) 10 A

34. Hallar la potencia que consume la resistencia $R = 10\Omega$.



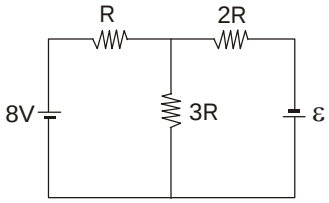
a) 16 W b) 8 W c) 160 W
d) 80 W e) 40 W

35. En el circuito, calcular la corriente en la resistencia de 50Ω.



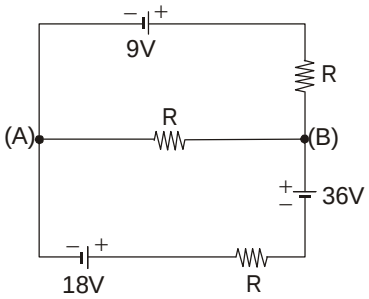
a) 0,05 A b) 0,06 A c) 0,04 A
d) 0,03 A e) 3 A

36. En el circuito mostrado, determinar la fuerza electromotriz para que por la resistencia de 3R no pase corriente.



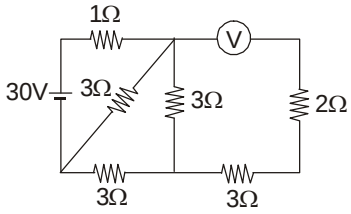
a) 4 V b) 8 V c) 12 V
d) 16V e) 24 V

37. En el circuito mostrado, ¿cuánto vale la diferencia de potencial entre (A) y (B)?



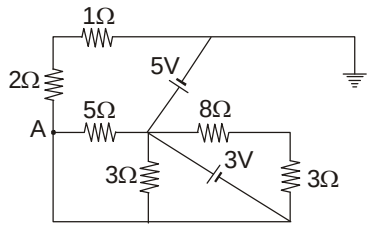
a) 8 V b) 16 V c) 24 V
d) 32 V e) 40 V

38. Indicar la lectura del voltímetro ideal mostrado.



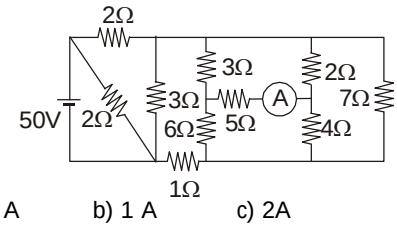
a) 0 V b) 10 V c) 20V
d) 3V e) 13 V

39. Determine el potencial respecto a tierra del punto "A".



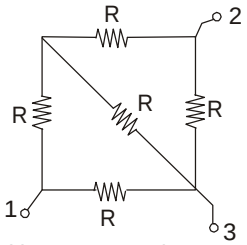
a) 8 V b) 5 V c) 3 V
d) 2V e) 1 V

40. Determinar la lectura del amperímetro mostrado.



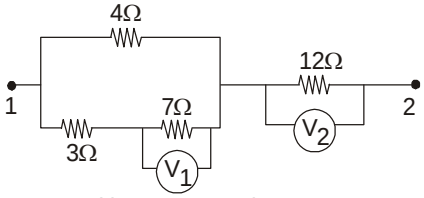
a) 0 A b) 1 A c) 2A
d) 3 A e) 4 A

41. En un hornillo eléctrico, las resistencias están conectadas según la combinación de la figura. Esta combinación se conecta a la red en los puntos 1 y 2 haciendo hervir 500g de agua. ¿Qué cantidad de agua se puede hervir durante el mismo tiempo, si la combinación se conecta en los puntos 1 y 3? La temperatura inicial de agua en ambos casos en la misma y desprecian las pérdidas caloríficas.



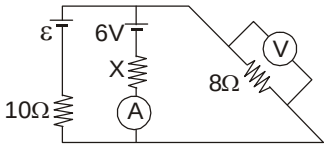
a) 400 g b) 600 g c) 800 g
d) 500 g e) 250 g

42. En la figura que se muestra, en cada segundo, la corriente que circula por la resistencia de 4Ω disipa 100J. Hallar la lectura de los voltímetros ideales (1) y (2).



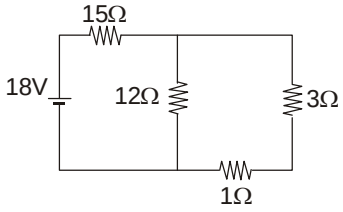
a) 14 y 8 V b) 84 y 12 V c) 14 y 72 V
d) 36 y 72 V e) 12 y 67 V

43. En el esquema mostrado, la lectura del voltímetro es de 16V y la del amperímetro 0,5A. Determinar el valor de la resistencia X. Se consideran ideales el voltímetro y amperímetro.



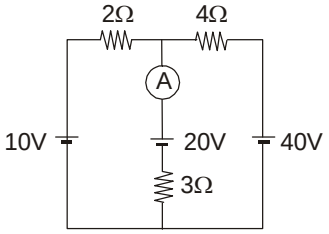
a) 10 Ω b) 15 Ω c) 30 Ω
d) 25 Ω e) 20 Ω

44. Calcular la potencia que entrega la fuente al circuito exterior:



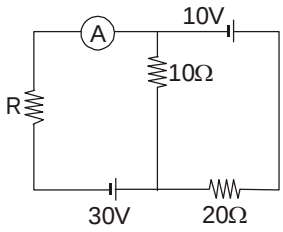
a) 9 W b) 18 W c) 27 W
d) 36 W e) 12 W

45. En el circuito mostrado, hallar la lectura en el amperímetro ideal.



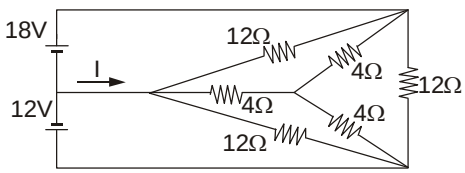
a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 0 A

46. Hallar el valor de la resistencia R, si la lectutra del amperímetro es de 1A. Se desprecia las resistencias de las fuentes y amperímetro.



a) 10 Ω b) 30 Ω c) 20 Ω
d) 15 Ω e) 5 Ω

47. En el circuito mostrado, la corriente indicada "I" es:



a) 1 A b) 4 A c) -5 A
d) -3 A e) -4 A

48. La resistencia de un termómetro de platino es de $6\,\Omega$ a 30°C. Hallar su valor correspondiente a 100°C, sabiendo que el coeficiente de temperatura de resistividad del platino vale $0{,}00392°C^{-1}$.

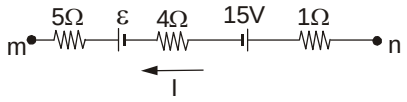
a) $6{,}27\,\Omega$ b) $7{,}64\,\Omega$ c) $2{,}00\,\Omega$
d) $520\,\Omega$ e) $20\,\Omega$

49. Calcular la intensidad de corriente que circula por una alambre de cobre de 6400m de longitud y 40 mm^2 de sección transversal, si la diferencia de potencial aplicada a sus extremos es de 136V.

$(\rho_{cobre} = 1{,}7.10^{-8}\,\Omega m)$

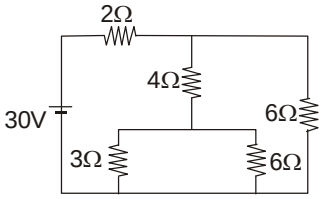
a) 50 A b) 100 A c) 25 A
d) 150 A e) 75 A

50. En la figura, se indica una rama de un circuito eléctrico en funcionamiento, donde $V_n = 30V$. Se pide calcular la fuerza electromotriz "ε", si el potencial en "m" es $V_m = 9V$ y la intensidad de corriente $I = 2A$.



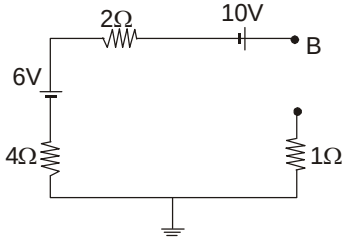
a) 5 V b) 7 V c) 9 V
d) 14 V e) 10 V

51. En el circuito mostrado, calcular la diferencia de potencial en la resistencia de 3Ω, en voltios.



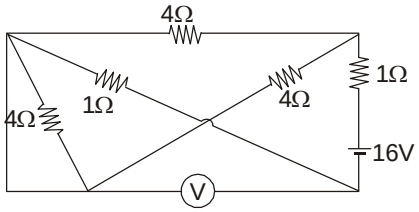
a) 1 b) 2 c) 3
d) 6 e) 9

52. Hallar el potencial eléctrico en el punto "B".



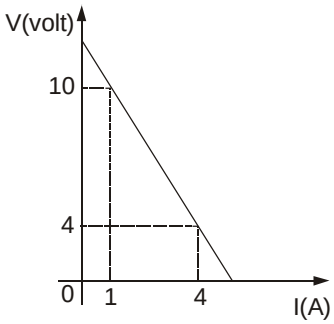
a) 10 V b) 6 V c) 16 V
d) 22 V e) 19 V

53. En el siguiente circuito, hallar la lectura del voltímetro ideal "V".



a) 12 V b) 8 V c) 6 V
d) 4 V e) 10 V

54. Para una batería, se encuentra que la gráfica de su diferencia de potencial "V" en función de la corriente "I" que circula por ella es la siguiente:



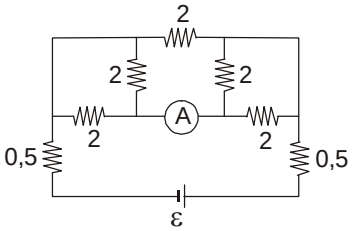
Halle la fuerza electromotriz de la batería en voltios.

a) 10 b) 12 c) 8
d) 6 e) 9

55. En la pregunta anterior, halle la resistencia interna de la batería.

a) $1\,\Omega$ b) $2\,\Omega$ c) $3\,\Omega$
d) $4\,\Omega$ e) $5\,\Omega$

56. En el circuito mostrado, hallar la lectura del amperímetro, si tiene una resistencia interna de $1\,\Omega$. Todas las resistencias están en Ohms y $\varepsilon = 11V$.

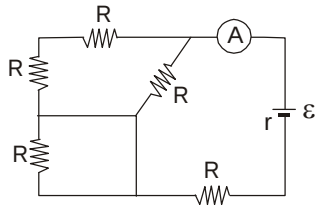


a) 1 A b) 2 A c) 3 A
d) 4 A e) 5 A

57. Una tetera eléctrica tiene 2 arrollamientos. Al conectar uno de ellos, el agua de la tetera hierve al cabo de 15 minutos, al conectar el otro, el agua hierve al cabo de 30 minutos. ¿En cuánto tiempo, en minutos, hervirá el agua, si ambos arrollamientos se conectan en paralelo?

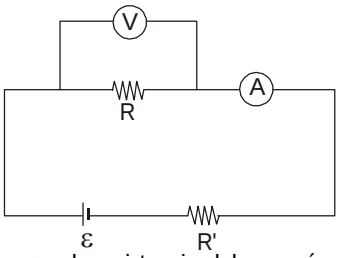
a) 3 b) 10 c) 15
d) 20 e) 5

58. ¿Qué intensidad de corriente marcará el amperímetro del circuito, si $\varepsilon = 10V$, $r = 1\,\Omega$ y el rendimiento de la fuente es $n = 0{,}8$? Se desprecia la resistencia interna del amperímetro.



a) 1 A b) 1,5 A c) 2 A
d) 2,5 A e) 3 A

59. Se conectan un voltímetro V y un amperímetro A, tal como indica la figura, para medir la resistencia R'. Si V_o e i_o son las lecturas del voltímetro y del amperímetro respectivamente, la resistencia R' es:

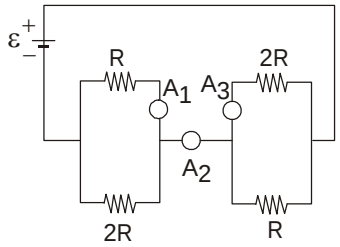


Se asume que la resistencia del amperímetro es cero y la del voltímetro es muy grande (infinita).

a) $\frac{V_o}{i_o} + R$ b) $\frac{V_o}{i_o}$ c) $\frac{\varepsilon}{i_o} + R$

d) $\frac{\varepsilon - V_o}{i_o}$ e) $R - \frac{\varepsilon_o}{i_o}$

60. Considerar el círculo mostrado en la figura. Las corrientes eléctricas que pasan por los amperímetros A_1, A_2 y A_3 son I_1, I_2 e I_3 respectivamente. Si se cumple que:
$I_1/a = I_2/b = I_3/c$; los valores de a, b y c son:



a) a = 2, b = 3, c = 1
b) a = 1, b = 2, c = 3
c) a = 3, b = 1, c = 2
d) a = 4, b = 3, c = 1
e) a = 3, b = 4, c = 1

Claves

01.	d
02.	c
03.	a
04.	d
05.	e
06.	a
07.	c
08.	d
09.	d
10.	d
11.	b
12.	c
13.	a
14.	c
15.	c
16.	c
17.	d
18.	d
19.	b
20.	b
21.	b
22.	b
23.	a
24.	a
25.	e
26.	d
27.	d
28.	c
29.	c
30.	d

31.	d
32.	a
33.	d
34.	b
35.	b
36.	d
37.	d
38.	b
39.	c
40.	c
41.	d
42.	b
43.	d
44.	a
45.	e
46.	b
47.	c
48.	b
49.	a
50.	c
51.	b
52.	c
53.	b
54.	e
55.	a
56.	c
57.	b
58.	e
59.	a
60.	e

Capítulo

20

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

NATURALEZA DE LA LUZ

Hoy en día se sabe que la luz tiene un doble comportamiento, durante su propagación lo hace como una onda electromagnética en cambio cuando interactúa con la materia lo hace como un flujo de paquetes de energía que denominamos "fotones".

LA VELOCIDAD DE LUZ EN LA MATERIA

Cuando hablamos de la "velocidad de la luz", casi siempre nos referimos a la velocidad en el vacío. La velocidad de la luz en la materia :

$$v = \frac{1}{\sqrt{k_m k_e}} \frac{1}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}} = \frac{c}{\sqrt{k_m k_e}}$$

Los materiales que transmiten luz son casi siempre no ferromagnéticos y, por eso, k_m suele diferir de 1 por no más de 10^{-4}. En consecuencia, la constante dieléctrica k_e determina la velocidad de la luz en un material.

Material	Velocidad de la luz (10^8 m/s)
Vacío	3,00
Aire	3,00
Agua	2,26
Solución de azúcar (50%)	2,11
Vidrio Crown	1,97
Diamante	1,24

REFLEXIÓN DE LA LUZ

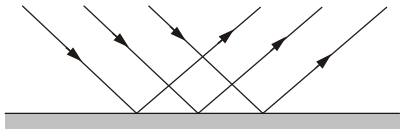
Es aquel fenómeno por el cual la luz cambia su dirección de propagación, cuando incide sobre un material opaco que no permite su propagación.

LEYES:

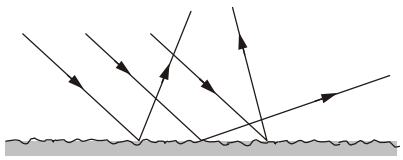
1. El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal son coplanares.
2. $\theta_1 = \theta_1'$

TIPOS DE REFLEXIÓN:

1. ***Reflexión regular o especula***r: Este tipo de reflexión se presenta cuando la luz incide sobre una superficie pulimentada.



2. ***Reflexión irregular o difusa***: Esta clase de reflexión ocurre cuando la luz incide sobre una superficie rugosa.



ÍNDICE DE REFRACCIÓN (n)

Esta magnitud es una característica de cada material transparente, su valor nos indica la densidad óptica de la sustancia; es decir que a mayor índice de refracción la velocidad de la luz en el material será menor.

$$n = \frac{c}{v}$$

e = velocidad de la luz en el vacío = 3.10^8 m/s
v = velocidad de la luz en el material transparente.

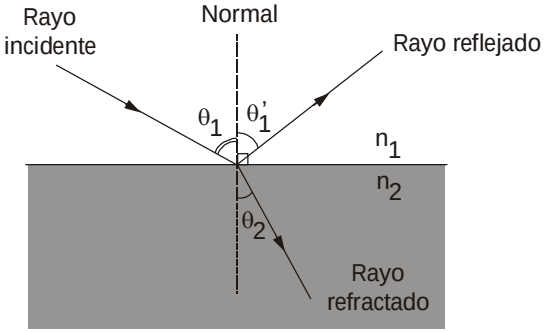
Algunos índices de refracción[a]

Medio	*Índice*	*Medio*	*Índice*
Vacío exactamente	1,00000	Vidrio típico crown	1,52
Aire (STP)	1,00029	Cloruro de sodio	1,4
Agua (20ºC)	1,33	Poliestireno	1,55
Acetona	1,36	Disulfuro de carbono	1,63
Alcohol etílico	1,36	Vidrio pesado de pedernal	1,65
Solución de azúcar (30%)	1,38	Zafiro	1,77
Cuarzo fundido	1,46	Vidrio muy pesado de perdernal	1,89
Solución de azúcar (80%)	1,49	Diamante	2,42

[a] *En una longitud de onda de 589 nm (luz amarilla de sodio)*

REFRACCIÓN DE LA LUZ

Es aquel fenómeno por el cual la luz al pasar de un medio transparente a otro cambia su velocidad de propagación su longitud de donda y también varía su dirección de propagación, manteniendo su frecuencia constante.

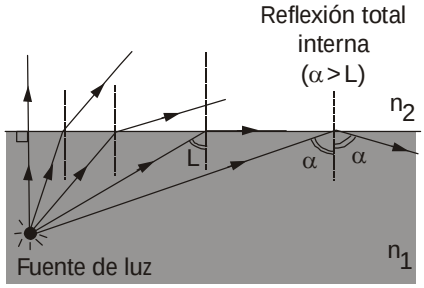


Leyes:

1. El rayo incidente, el rayo refractado y la normal son coplanares.
2. $n_1 Sen\theta_1 = n_2 Sen\theta_2$ Ley de Snell

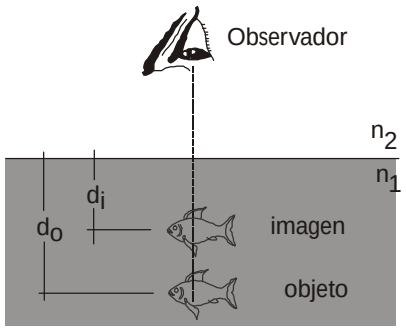
ÁNGULO LIMITE (L)

Se denomina ángulo limite al ángulo de incidencia con el cual se logra un ángulo de refracción de 90°. Si la luz incide con un ángulo mayor que el ángulo límite la luz no puede pasar al otro medio, experimenta reflexión total interna.
Si: $n_1 > n_2$



$$SenL = \frac{n_2}{n_1}$$

IMÁGENES POR REFRACCIÓN EN SUPERFICIES PLANAS



$$\frac{d_o}{n_1} = \frac{d_i}{n_2}$$

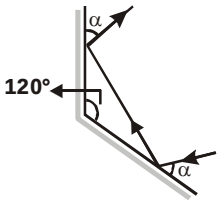
d_o = distancia del objeto a la superficie.
d_i = distancia de la imagen a la superficie.
n_1 = índice del medio donde está el objeto.
n_2 = índice del medio donde está el observador.

EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Un rayo de luz incide sobre un espejo con un ángulo de 53°. Hallar la desviación que sufre el rayo.

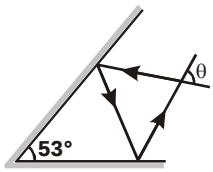
a) 37° b) 53° c) 74°
d) 106° e) 143°

02. El rayo luminoso incide sobre los espejos como el diagrama. Calcular « α ».



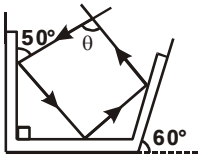
a) 10° b) 20° c) 30°
d) 40° e) 50°

03. Un rayo de luz sigue la siguiente trayectoria después de incidir sobre dos espejos. Hallar « θ ».



a) 37° b) 53° c) 74°
d) 106° e) 143°

04. Se produce tres reflexiones en los espejos mostrados. Hallar « θ »

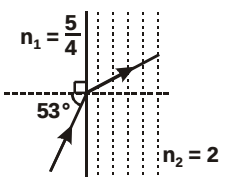


a) 10° b) 20° c) 30°
d) 40° e) 80°

05. La luz en un medio transparente se propaga con una rapidez de 2.10^8 m/s. Hallar el índice de refracción de la sustancia transparente.

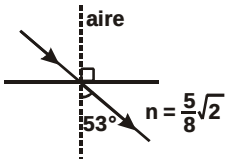
a) 1,2 b) 1,4 c) 1,5
d) 1,6 e) 1,8

06. En la figura mostrada hallar el ángulo de refracción.



a) 15° b) 30° c) 37°
d) 45° e) 60°

07. Del sistema mostrado, determinar el ángulo de incidencia.

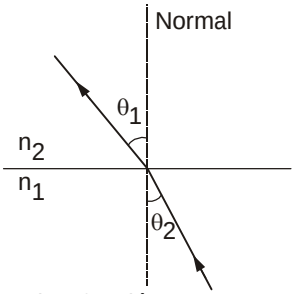


a) 30° b) 60° c) 53°
d) 37° e) 45°

08. Un rayo luminoso incide desde el aire sobre una superficie de cierta sustancia con un ángulo de incidencia de 45°. Hallar el índice de refracción de la sustancia en el ángulo de refracción en 30°.

a) 1 b) $\sqrt{2}$ c) 2
d) $2\sqrt{2}$ e) 4

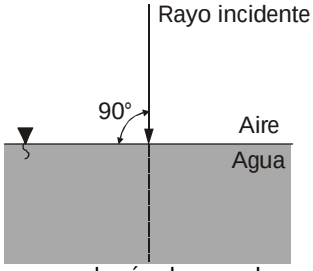
09. El ángulo de incidencia θ_2 es menor que el de refracción θ_1. Señale los enunciados verdaderos.



I. El índice de refracción n_1 es menor que el otro n_2.
II. Al aumentar θ_1 en 6,5°; θ_2 aumenta en 6,5°.
III. Al disminuir θ_1; θ_2 también disminuye.

a) Todas b) I y III c) Sólo I
d) Sólo III e) Ninguna

10. El rayo incidente mostrado, forma 90° con la superficie libre del agua. ¿Qué afirmaciones son verdaderas?



I. El rayo no se desvía al pasar al agua; pero su rapidez se reduce.

II. El rayo no se desvía por que forma un ángulo de incidencia de 0° y el de refracción también será 0°.
III. La rapidez de la luz en el aire y en el agua son iguales cuando el ángulo de incidencia es 0°.

a) Todas b) Ninguna c) I y II
d) Sólo I e) Sólo II

11. Si el índice de refracción de un medio es 2. Hallar la rapidez de la luz en dicho medio, si la rapidez de la luz en el vacío es min300000 km/s.

a) 200000 km/s b) 225000 km/s
c) 125000 km/s d) 150000 km/s
e) 250000 km/s

12. Un rayo de luz incide del aire al agua, tal que el rayo reflejado es perpendicular al rayo refractado. ¿Cuál fue el ángulo de incidencia del rayo de luz? $n_{agua} = \frac{4}{3}$

a) 45° b) 37° c) 30°
d) 60° e) 53°

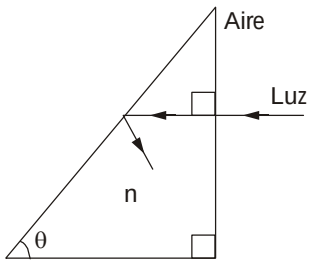
13. Un rayo luminoso incide desde el aire sobre una superficie de cierta sustancia según una incidencia de 45° y el ángulo de refracción es de 30°. Calcular el índice de refracción de la sustancia.

a) $\sqrt{2}$ b) $2\sqrt{2}$ c) $2\sqrt{3}$
d) $\sqrt{3}$ e) $\sqrt{2}/2$

14. Un rayo de luz se refracta del medio "A" ($n_A = 1{,}5$) hacia otro medio "B" ($n_B = 2$), desviándose 16°. Halle cuál fue el ángulo de incidencia.

a) 74° b) 75° c) 53°
d) 60° e) 45°

15. La luz penetra del aire al prisma de vidrio (n=1,25) y sigue la trayectoria indicada, luego que valores son posibles para el ángulo "θ".



a) $\theta > 53°$ b) $\theta > 37°$ c) $\theta = 37°$
d) $\theta < 37°$ e) $\theta > 45°$

16. Se tiene una lámina de caras paralelas en el aire cuyo espesor es de 6cm y cuyo índice de refracción es de 1,5. Sobre ella incide un rayo con un ángulo de incidencia de 60°. Calcular la distancia recorrida por la luz en el interior de lámina.

a) $8\sqrt{6}$ cm b) $6\sqrt{2}$ cm c) $4\sqrt{3}$ cm
d) $3\sqrt{6}$ cm e) $8\sqrt{3}$ cm

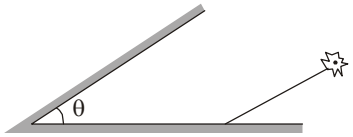
17. Un rayo luminoso penetra desde el aire en una esfera de vidrio, se refleja sobre la cara opuesta y vuelve a salir por la primera cara. ¿Entre qué limites debe variar el índice de refracción "n" de la esfera para que el rayo emergente sea paralelo al rayo incidente?

a) $1 < n < 2$ b) $\sqrt{2} < n < 2$
c) $\sqrt{2} < n < \sqrt{3}$ d) $\sqrt{3} < n < 2$
e) $1 < n < \sqrt{2}$

18. Un rayo de luz incide sobre una superficie reflectora con un ángulo de 50°. Hallar la desviación que experimenta el rayo de luz.

a) 40° b) 50° c) 80°
d) 90° e) 100°

19. Un rayo de luz incide tal como se muestra, hallar el ángulo de incidencia, si después de la tercera reflexión el rayo de luz regresa por su mismo recorriendo.

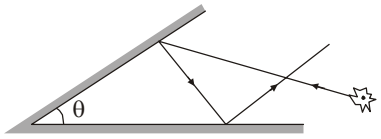


a) θ b) $\theta/2$ c) 2θ
d) $3\theta/2$ e) 3θ

20. Un rayo de luz incide sobre una superficie reflectora, si luego la superficie gira un ángulo θ, alrededor del punto de incidencia; qué ángulo se desvía el rayo reflejado.

a) θ b) $90-\theta$ c) 2θ
d) $90-2\theta$ e) 3θ

21. Se muestra el recorrido de un rayo de luz. Hallar el ángulo formado por el primer rayo incidente y el último rayo reflejado.



a) θ b) $90-\theta$ c) 2θ
d) $90+\theta$ e) $180-\theta$

22. Un rayo de luz incide con un ángulo θ sobre una superficie reflectora. ¿Qué ángulo agudo mínimo debe formar otra superficie con la primera, para que después de reflejarse en esta última, el rayo reflejado sea paralelo a la primera superficie.

a) $45-\theta$ b) $45+\theta$ c) $45-\frac{\theta}{2}$

d) $45+\frac{\theta}{2}$ e) θ

23. En el problema anterior, calcular el ángulo agudo máximo.

a) $45-\theta$ b) $45+\theta$ c) $45-\frac{\theta}{2}$

d) $45+\frac{\theta}{2}$ e) θ

24. En una sustancia transparente, la luz viaja a la velocidad de 240000 km/s. Hallar el índice de refracción de dicha sustancia.

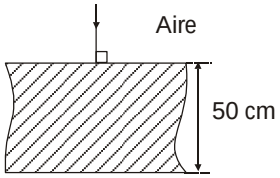
a) 1,2 b) 1,25 c) 1,4
d) 1,5 e) 1,6

25. Un rayo de luz incide sobre una sustancia transparente con un ángulo de incidencia de 45°. Hallar el índice de refracción de dicha sustancia si el ángulo de refracción fue 30°. La sustancia está rodeada de aire.

a) 1 b) $\sqrt{2}$ c) 2

d) $\sqrt{3}$ e) 3

26. Hallar el tiempo que tarda la luz en recorrer el vidrio de índice de refracción 1,5.

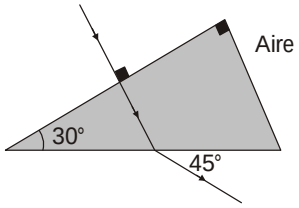


a) 2.10^{-9} s b) $2,5.10^{-9}$ c) 3.10^{-9}
d) $4,5.10^{-9}$ e) 6.10^{-9}

27. El índice de refracción de cierta velocidad es 2,5. Determine el valor de la rapidez de la luz en dicho medio.

a) 100000 km/s b) 120000 km/s
c) 160000 km/s d) 200000 km/s
e) 240000 km/s

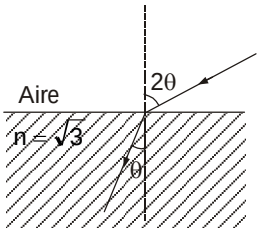
28. Un haz de luz incide sobre un prisma y sigue la trayectoria mostrada. Hallar el índice de refracción del prisma.



a) $\sqrt{2}$ b) 2 c) $2\sqrt{2}$

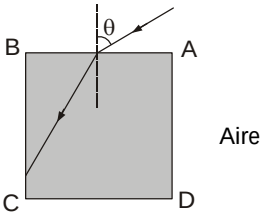
d) 4 e) $4\sqrt{2}$

29. En la siguiente refracción de la luz, hallar la medida del ángulo θ.



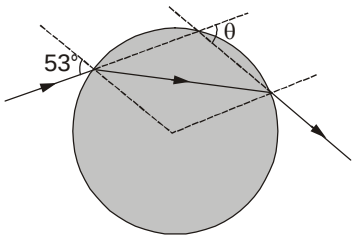
a) 30° b) 37° c) 53°
d) 60° e) 15°

30. Un cubo de índice de refracción $\frac{\sqrt{7}}{2}$ es iluminado por un rayo de luz. ¿Cuál es la medida del ángulo θ para que se refleje totalmente en la cara BC?



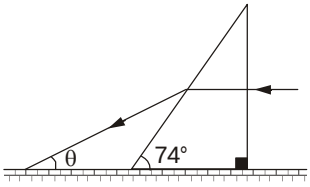
a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

31. Un rayo de luz sigue la trayectoria mostrada, hallar el ángulo; el índice de refracción del vidrio es 1,6.



a) 16° b) 23° c) 37°
d) 46° e) 53°

32. En un prisma triangular el rayo índice en él según como se muestra, si se sabe que el índice de refracción del prisma es 15/7, hallar: θ.



a) 8° b) 15° c) 16°
d) 21° e) 37°

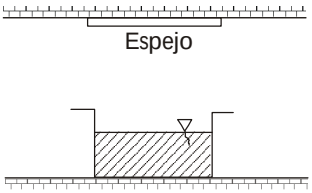
33. Un rayo de luz incide en el agua con un ángulo de 53°. Hallar la desviación que sufre el rayo.

a) 45° b) 37° c) 16°
d) 8° e) 90°

34. Una moneda se encuentra a 2m de profundidad en una piscina. ¿A qué distancia de la superficie del agua ve el hombre a la moneda cuando observa perpendicularmente?

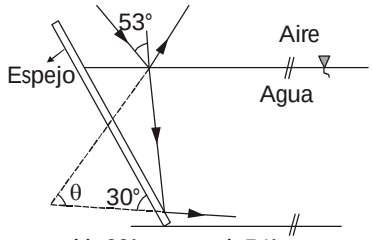
a) 2 m b) 1,8 m c) 1,5 m
d) 1,2 m e) 1 m

35. Un espejo plano se encuentra a una altura de 16cm del piso y un vaso de 8cm de altura que está lleno completamente de aceite n=1,6. ¿A qué distancia del fondo se forman imágenes en el espejo?



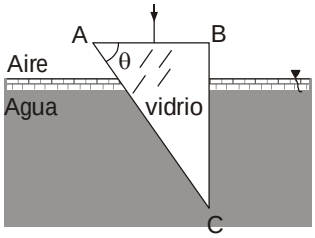
a) 13 cm b) 26 c) 18
d) 29 e) 32

36. En el sistema óptico mostrado, el plano inclinado es un espejo sumergido. El rayo luminoso incide en la superficie del agua con un ángulo de 53°. Determine "θ".



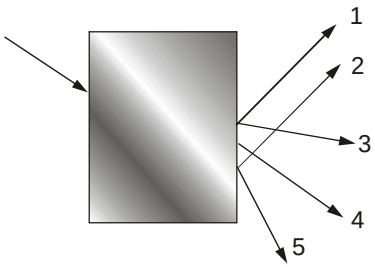
a) 65° b) 60° c) 54°
d) 44° e) 36°

37. Una cuña de vidrio n=1,5 rectangular fue puesta en agua. ¿Para qué valores de θ el rayo de luz que incide normalmente a la cara AB alcanza totalmente la cara BC?



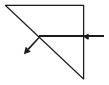
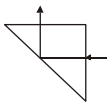
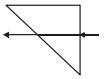
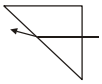
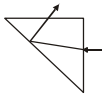
a) $\theta > 62,7$ b) $\theta > 71,4$ c) $\theta > 79,3$
d) $\theta > 81,2$ e) $\theta > 87,6$

38. Un rayo de luz incide oblícuamente sobre un vidrio de caras paralelas. Indicar cuál de las opciones representa mejor al rayo que logra atravesarlo.



a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

39. Un rayo luminoso incide perpendicular sobre un prisma isósceles de vidrio. ¿Cuál de los gráfico, indica mejor la trayectoria seguida por el rayo, si el ángulo crítico vidrio-aire es igual a 40º?

a) 
b) 
c) 
d) 
e) 

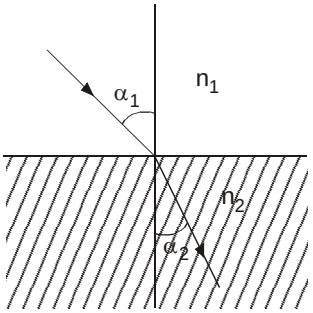
40. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, se refracta de manera que se cumple:

$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{Sen}\,\alpha_1}{\text{Sen}\,\alpha_2}$, siendo : n_1 y n_2, los respectivos índices de refracción de los medios "1" y "2". El rayo puede ir del medio "1" al medio "2" o en sentido contrario. Si para dos materiales dados se cumple que:

$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}$, afirmamos :

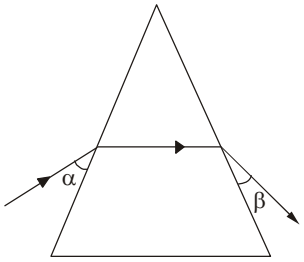
I. $0 \le \alpha_1 \le \frac{\pi}{2}$

II. $0 \le \alpha_2 \le \frac{\pi}{2}$



a) Sólo I es correcta.
b) Sólo II es correcta.
c) I y II son correctas.
d) I y II son incorrectas.
e) Las cuatro respuestas anteriores son incorrectas.

41. Un rayo de luz incide sobe una de las caras de un prisma isósceles de vidrio (índice de refracción "n"). Se observa que la trayectoria del haz en el interior del prisma es paralelo a la base. En estas condiciones se cumple :



a) $n\text{Sen}\alpha = \text{Sen}\beta$ b) $\text{Sen}\alpha = n\text{Sen}\beta$
c) $\text{Sen}\alpha = \text{Cos}\beta$ d) $\text{Sen}\alpha = \text{Sen}\beta$
e) $\text{Cos}\alpha = \text{Sen}\beta$

42. Las figuras muestran dos prismas a través de los cuales pasa una luz monocromática.
Respecto a los índices de refracción se afirma :

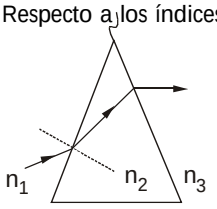


fig.(a)

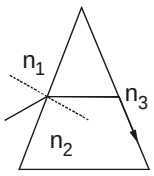
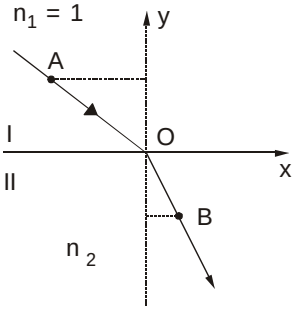


fig.(b)

I. En la figura a $n_1 > n_2 ; n_2 < n_3$
II. En la figura b $n_1 < n_2 < n_3$
III. En la figura a $n_1 > n_2 > n_3$
IV. En la figura b $n_1 < n_2 ; n_2 > n_3$

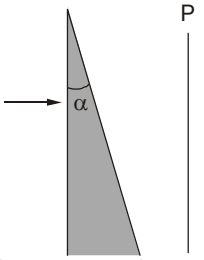
a) Sólo I es correcta.
b) Sólo II es correcta.
c) Sólo III es correcta.
d) Sólo III y IV son correctas.
e) Sólo II y III son correctas.

43. Se desea que un rayo de luz que pasa por el punto $A(-\sqrt{3};1)$ en el medio I de índice de refracción $n_1 = 1$ pase por el punto $B(1;-\sqrt{3})$ del medio II. ¿Qué valor debe tener el índice de refracción del medio II?



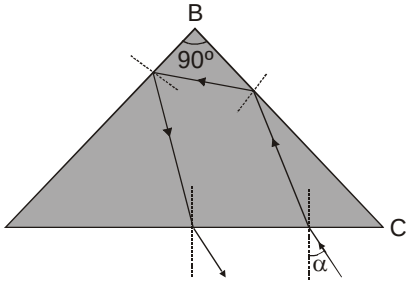
a) 1 b) $\sqrt{2}$ c) $\sqrt{3}$
d) 2 e) $\sqrt{5}$

44. Sobre una cuña de vidrio incide perpendicularmente a una de sus caras un rayo de luz delgado. El índice de refracción del vidrio es n = 1,41 y el ángulo en el vértice α = 10º. ¿Cuántas manchas brillantes se verán en la pantalla colocada detrás de la cuña?



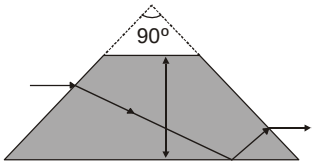
a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

45. En la figura, se da la marcha de un rayo en un prisma isósceles con ángulo en el vértice recto. ¿Con qué ángulos de incidencia α emergerá del prisma el rayo después de experimentar dos veces la reflexión total en las caras AB y BC?
El índice de refracción del prisma es n = 2.



a) 5° b) 11° c) 21°
d) 31° e) 41°

46. Para invertir la imagen se utiliza frecuentemente prisma de Dove, que consiste en un prisma isósceles rectangular truncado. Determinar la longitud mínima de la base del prisma con la cual un haz luminoso que llene por completo la cara lateral pasará totalmente a través del prisma. La altura del prisma es h = 2,1 cm.
El índice de refracción del vidrio, n = 1,41.

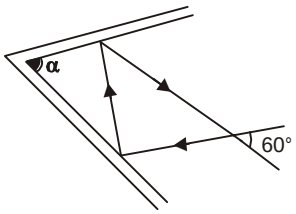


a) 10 cm b) 12 cm c) 14 cm
d) 8 cm e) 6 cm

47. Un recipiente rectangular de vidrio está lleno de un líquido, e iluminado desde abajo por una lámpara, situada debajo del recipiente cerca de su fondo. ¿Qué índice de refracción mínimo debe tener el líquido para que sea imposible ver la lámpara a través de las paredes laterales del recipiente?

a) 1,8 b) 2,0 c) 3,1
d) 2,3 e) 1,41

48. ¿Qué ángulo formará los espejos planos en el sistema mostrado?

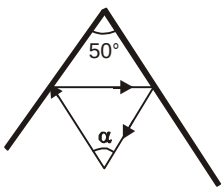


a) 30° b) 60° c) 90°
d) 120° e) 150°

49. Un rayo luminoso incide en un espejo plano con un ángulo de 53° y luego de reflejarse incide en otro espejo con un ángulo de 30° ¿Qué ángulo forman los dos espejos?

a) 43° b) 60° c) 83°
d) 103° e) 20°

50. Si las reflexiones son regulares, hallar: "a"

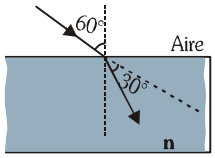


a) 60° b) 80° c) 100°
d) 90° e) 30°

51. ¿Qué tiempo demora un rayo de luz en atravesar perpendicularmente una lamina de vidrio de 6mm de espesor, cuyo índice de refracción es 1,5?

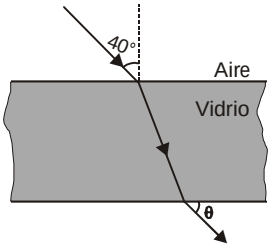
a) 10^{-11} s b) 2.10^{-11} s c) 3.10^{-11} s
d) 0,5 s e) $0,4.10^{-11}$ s

52. Calcular el índice de refracción "n"



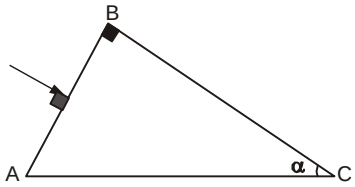
a) $\sqrt{3}$ b) 2 c) $2\sqrt{3}$
d) 3 e) $3\sqrt{3}$

53. En el esquema, calcular la medida del ángulo θ.



a) 20° b) 40° c) 50°
d) 25° e) 60°

54. Rayo de luz incide normalmente a la cara AB de un prisma cuyo índice de refracción es 1,25. Calcular la medida de α para que el rayo se refleje totalmente en la cara AC.



a) 30° b) 37° c) 45°
d) 53° e) 60°

55. Un espejo se aleja de un objeto a una velocidad de 1,5m/s; ¿a qué velocidad se mueve la imagen respecto al objeto?

a) 1,5 m/s b) 2 m/s c) 3 m/s
d) 3,5 m/s e) 4,5 m/s

56. Un haz de luz monocromática pasa de aire a un cuerpo de vidrio.
I. En el aire la rapidez de la luz es mayor que en el vidrio.
II. La longitud del haz de luz no varía al cambiar de medio de propagación.
III. La frecuencia del haz de la luz no varía al cambiar de medio de propagación.
¿Qué afirmaciones son verdaderas?

a) I y II b) I y III c) Sólo II
d) Todas e) Sólo III

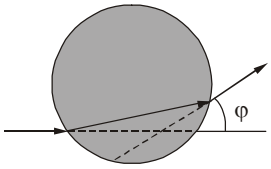
57. Dos espejos planos forman un ángulo de 65°. Calcular el ángulo de incidencia de un rayo en uno de los espejos para que después de reflejarse en el segundo sea paralelo al primer espejo.

a) 30° b) 40° c) 60°
d) 75° e) 35°

58. Un rayo de luz incide sobre un material opaco y al reflejarse se desvía 64°. Halle cuál fue el ángulo de incidencia.

a) 29° b) 32° c) 58°
d) 37° e) 45°

59. Un haz de rayos paralelos incide sobre una esfera de vidrio. Los rayos, después de refractarse dos veces en el límite vidrio-aire, emergen de la esfera siguiendo direcciones que forman con la inicial un ángulo φ que no supera 90º. Determinar el índice de refracción del vidrio.



a) 1,81 b) 1,41 c) 1,91
d) 2,1 e) 1,7

60. Un observador mira un pez que se halla en el punto diametralmente opuesto a él de un acuario esférico R. ¿Cuál será el desplazamiento de la imagen del pez respecto del pez mismo?
El índice de refracción de agua es n = 4/3.

a)R b) R/2 c) 2R
d) 0,7R e) 1,2R

Claves

01.	c
02.	c
03.	c
04.	d
05.	c
06.	b
07.	e
08.	b
09.	d
10.	c
11.	d
12.	e
13.	a
14.	c
15.	d
16.	d
17.	b
18.	c
19.	a
20.	c
21.	c
22.	c
23.	d
24.	b
25.	b
26.	b
27.	b
28.	a
29.	a
30.	e

31.	d
32.	d
33.	c
34.	c
35.	d
36.	d
37.	a
38.	d
39.	b
40.	b
41.	d
42.	d
43.	c
44.	b
45.	d
46.	a
47.	e
48.	b
49.	c
50.	b
51.	c
52.	a
53.	c
54.	b
55.	c
56.	b
57.	a
58.	c
59.	b
60.	a

Í N D I C E

FÍSICA

Primer Bimestre

Pág.

Capítulo 01
La Geometría del Espacio Euclidiano *9*

Capítulo 02
Cinemática *25*

Capítulo 03
Movimiento Rectilíneo - Uniformemente Acelerado *37*

Capítulo 04
Caída Libre *47*

Capítulo 05
Movimiento de Proyectiles *57*

Capítulo 06
Movimiento Relativo - Gráficas del Movimiento *71*

Segundo Bimestre

Capítulo 07
Estática *85*

Capítulo 08
Dinámica *99*

Capítulo 09
Rozamiento *113*

Capítulo 10
Trabajo Mecánico - Potencia- *125*

Capítulo 11
Energía Mecánica *139*

Capítulo 12
Dinámica de un Sistema de Partículas *153*

Tercer Bimestre

Capítulo 13
Estática de Fluidos *165*

Capítulo 14
Temperatura - Calor *181*

Capítulo 15
Termodinámica *191*

Cuarto Bimestre

Capítulo 16
Carga Eléctrica - Fuerza Eléctrica *205*

Capítulo 17
Campo Eléctrico *217*

Capítulo 18
Corriente y Resistencia Eléctrica *231*

Capítulo 19
Circuitos Eléctricos *241*

Capítulo 20
Reflexión y Refracción *251*